



**ANDRÉ LUIZ LOPES QUADROS**

Aprendizagem, Inovação e Comunicação: A Dinâmica Evolutiva de um Plano de Emergência Nuclear

Tese de Doutorado  
Dezembro de 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ  
ESCOLA DE COMUNICAÇÃO - ECO  
INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO – IBICT  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO - PPGCI

**ANDRÉ LUIZ LOPES QUADROS**

APRENDIZAGEM, INOVAÇÃO e COMUNICAÇÃO: A Dinâmica Evolutiva de um Plano  
de Emergência Nuclear

Rio de Janeiro  
2014

**ANDRÉ LUIZ LOPES QUADROS**

APRENDIZAGEM, INOVAÇÃO e COMUNICAÇÃO: A Dinâmica Evolutiva de um Plano  
de Emergência Nuclear

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, convênio entre o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia e a Universidade Federal do Rio de Janeiro/Escola de Comunicação, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência da Informação.

Orientadora: Dra. Liz-Rejane Issberner

Rio de Janeiro

2014

Quadros, André Luiz Lopes

Aprendizagem, Inovação e Comunicação: A Dinâmica Evolutiva de um Plano de Emergência Nuclear / André Luiz Lopes Quadros. -- 2014. 271 f.

Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Comunicação, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2014.

Orientadora: Liz-Rejane Issberner

1. Aprendizagem Organizacional. 2. Inovação 3. Comunicação de Risco. 4. Planejamento e Resposta a Emergências. 5. Informação Técnico-Científica. 6. Ciência da Informação – Tese. I. Issberner, Liz-Rejane (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Comunicação. III. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. IV. Título.

CDD:

## **ANDRÉ LUIZ LOPES QUADROS**

APRENDIZAGEM, INOVAÇÃO E COMUNICAÇÃO:  
A Dinâmica Evolutiva de um Plano de Emergência Nuclear

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, convênio entre o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia e a Universidade Federal do Rio de Janeiro/Escola de Comunicação, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência da Informação.

Aprovada em 09 de dezembro de 2014.

---

**Profa. Dra. Liz-Rejane Issberner (Orientadora)**  
PPGCI/IBICT – ECO/UFRJ

---

**Profa. Dra. Maria Nelida Gonzalez de Gomez**  
PPGCI/IBICT – ECO/UFRJ

---

**Profa. Dra. Maria Lucia Álvares Maciel**  
PPGCI/IBICT – ECO/UFRJ

---

**Prof. Dr. Alexandre Gromann de Araújo Góes**  
CNEN/MCTI

---

**Prof. Dr. Paulo Bastos Tigre**  
IE/UFRJ

À minha esposa e amiga, Glaucia, pelo amor e dedicação plena à nossa família.

Aos filhos, Matheus e Maria Luíza, pelo carinho e sorriso de todos os dias, energia revigorante para o desenvolvimento desta pesquisa.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me iluminar e colocar no meu caminho as pessoas certas.

Aos meus pais, pela educação e orientação, elementos fundamentais na minha vida pessoal e profissional.

À amiga e orientadora, Profa. Dra. Liz-Rejane Issberner, pela confiança, pela generosidade de compartilhar conhecimentos e experiências, por sempre acreditar e me motivar a ir além.

Aos membros da Banca de Qualificação, Profa. Dra. Maria Lucia Álvares Maciel, Profa. Dra. Maria Nelida Gonzalez de Gomez, Prof. Dr. Paulo Bastos Tigre e Prof. Dr. Alexandre Gromann de Araújo Góes, pela análise, comentários e sugestões, necessárias para reflexões com aporte de distintas áreas do conhecimento.

Ao amigo Alex Gromann, pelo apoio e confiança, por me apresentar à comunidade do SIPRON e pela minha participação no Exercício de Emergência (2013) e nas reuniões do COPRON e do COPREN, elementos essenciais para a imersão no tema de pesquisa.

À amiga Beth Cunha, pelo apoio e confiança para superarmos juntos os desafios da gerência de tempo, acadêmico e laboral.

Aos amigos Fábio Staude e Marcia Bettencourt, pelas conversas, questionamentos, sugestões, fundamentais durante todo processo de construção desta pesquisa.

Aos amigos do Centro de Informações Nucleares (CIN/CNEN), Teodora, Emília, Odete, Vera, Diogo, Cosme e João, pela revisão do trabalho e incansável busca e fornecimento da maior parte do material bibliográfico utilizado.

À população da Praia Vermelha, em Angra dos Reis, pelo acolhimento e colaboração, não apenas no preenchimento dos questionários, mas pelas informações complementares, dúvidas e sugestões apresentadas, pois essas me fizeram refletir e avançar.

Aos entrevistados, por me transmitirem de forma sincera e transparente suas percepções, informações e experiências sobre o planejamento de emergência.

Aos professores, alunos e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PPGCI IBICT-UFRJ), pelos conhecimentos adquiridos e pelo agradável convívio durante o Doutorado.

## RESUMO

QUADROS, André Luiz Lopes. **Aprendizagem, inovação e comunicação:** a dinâmica evolutiva de um plano de emergência nuclear. Orientadora: Liz-Rejane Issberner, 2014. 271 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2014.

O desenvolvimento tecnológico inerente às sociedades ditas modernas tem cada vez mais colocado o ser humano frente a situações de escolha entre uma ampla variedade de riscos possíveis. Como forma de proteger as pessoas e o meio ambiente, ações precisam ser desenvolvidas com o propósito de mitigar eventuais consequências da materialização desses riscos. A geração termonuclear de energia elétrica demanda planejamento com o intuito de preparar respostas a eventuais situações de emergência, pois mesmo sendo considerada de baixa probabilidade de ocorrência, quando acontecem, apresentam impacto significativo para as populações e regiões do seu entorno. Considerando a relevância desse tema, esta tese teve o propósito de identificar e analisar a dinâmica da preparação e resposta às situações de emergência em uma Central Nuclear. Buscou-se entender a sua evolução ao longo do tempo e sistematizá-la, levando em conta os atores envolvidos e os processos de aprendizagem organizacional, inovação e comunicação de risco, considerados de fundamental importância para o desenvolvimento e aprimoramento de planos de emergência. Para tanto, foi realizado um estudo de caso sobre a dinâmica evolutiva do Plano de Emergência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA. Sobre a preparação e resposta às eventuais situações de emergência nessa central nuclear foi possível não apenas confirmar a importância dos três processos estudados, mas também observar que os mesmos podem ser tratados e avaliados de forma integrada e sistematizada. Assim, foi apresentado um modelo que busca facilitar a compreensão dessa perspectiva e valorizar a importância da participação e a cooperação entre os atores envolvidos (organizações e população local) dentro de uma perspectiva sócio-participativa. Para tal, esta pesquisa exploratória buscou evidências em documentos, na participação em reuniões de planejamento e no exercício geral do Plano de Emergência da CNAAA de 2013, na realização de entrevistas com alguns dos atores envolvidos e através da aplicação de questionário junto à população da Praia Vermelha, em Angra dos Reis, Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Aprendizagem Organizacional; Inovação; Comunicação de Risco; Planejamento e Resposta a Emergências; Informação Técnico-Científica.

## ABSTRACT

QUADROS, André Luiz Lopes. **Aprendizagem, inovação e comunicação: a dinâmica evolutiva de um plano de emergência nuclear.** Orientadora: Liz-Rejane Issberner, 2014. 271 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2014.

The technological development inherent to modern societies has placed human beings in situations of choice from a wide variety of possible risks. As a way to protect people and the environment, actions need to be developed in order to reduce possible consequences of the materialisation of these risks. The thermonuclear power generation demand planning in order to prepare answers to possible emergency situations, as even being considered of low probability of occurrence, when they happen have a significant impact on populations and regions of its surroundings. Considering the relevance of this issue, this thesis aimed to identify and analyze the dynamics of preparedness and response to emergency situations in a Nuclear Power Plant, trying to understand its evolution over the time and systematizing it, considering the actors involved, processes of organizational learning, innovation and risk communication, considered as crucial for the development and improvement of emergency plans. Concerning preparedness and response to possible emergency situations in this nuclear plant, it was possible not only to confirm the importance of the three processes studied, but also observe that they can be treated and evaluated in an integrated and systematic way. So, it was presented a model that aims to facilitate the understanding of this perspective and enhance the importance of participation and cooperation between all stakeholders (organizations and the local population) within a socio-participatory perspective. To this end, this exploratory research sought for evidences in documents, participation in planning meetings, direct observation of the general exercises of the CNAEA External Emergency Plan of 2013, interviews with some of the actors involved and through the application of a questionnaire among the population of the Praia Vermelha, in Angra dos Reis, Rio de Janeiro.

**Keywords:** Organizational Learning; Innovation; Risk Communication; Preparedness and Response for a Nuclear Emergency; Technical Scientific Information.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Esquema da geração de eletricidade a partir de um reator nuclear à água pressurizada (PWR) .....	43
Figura 2: As Primeiras Usinas Nucleares .....	44
Figura 3: Montagem de um elemento combustível .....	46
Figura 4: A Evolução dos Reactores Nucleares de Potência.....	49
Figura 5: Secção transversal da planta de Fukushima Daiichi, mostrando o nível de inundação .....	56
Figura 6: A Estrutura do SIPRON.....	64
Figura 7: Uma Visão Aérea da Central Nuclear Brasileira .....	67
Figura 8: A Localização Geográfica da Central Nuclear Brasileira.....	68
Figura 9: As Usinas Nucleares - Angra I e II .....	71
Figura 10: Dinâmica Populacional de Angra dos Reis desde o Início da Implantação da CNAAA .....	75
Figura 11: Zonas de Planejamento de Emergência – ZPEs.....	78
Figura 12: Simplificação da Dinâmica de Interação do CCCEN com os demais Centros de Resposta durante uma situação de emergência nuclear .....	91
Figura 13: Posicionamento das Sirenes no Lado Oeste da CNAAA, na ZPE 5.....	94
Figura 14: Ciclo PDCA –Aprimoramento de Processos e Controles.....	99
Figura 15: Esboço da Dinâmica Evolutiva do Sistema de Emergência de Centrais Nucleares e seus elementos estruturantes.....	100
Figura 16: O Ciclo de Acumulação do Conhecimento.....	104
Figura 17: Acesso à Localidade da Praia Vermelha.....	172
Figura 18: Localização Geográfica da Praia Vermelha, a 5 Km de Angra I.....	173
Figura 19: Delimitação Geográfica da Região da Praia Vermelha, considerada nesta pesquisa .....	174
Figura 20: Fotos Externa e Interna da nova localização do Centro de Coordenação e Controle de Emergência Nuclear – Exercício Geral de 2013 .....	184
Figura 21: Abrigagem - Demonstração do Procedimento para Vedação de Residências .....	186
Figura 22: Abicagem realizada na Praia Vermelha durante o Exercício Geral do Plano de Emergência de 2011 .....	208

Figura 23: Abicagem – Simulação de Evacuação Marítima da População da Praia Vermelha realizada durante o Exercício Geral de 2013 .....	209
Figura 24: Atracadouro Previsto para Praia Vermelha.....	211
Figura 25: Hospital de Campanha do Exército Brasileiro no Exercício Geral de Emergência da CNAAA, em 2013 .....	214
Figura 26: Hospital de Campanha da Força Nacional de Saúde no Exercício de 2013 .....	216
Figura 27: Sistematização da Dinâmica Evolutiva do Plano de Emergência da CNAAA.....	242

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dimensões Metodológicas da Pesquisa.....	33
Quadro 2: Evolução da Participação das Organizações no CESTGEN .....	87
Quadro 3: Evolução da Participação das Organizações no CCCEN.....	90
Quadro 4: Cronologia da Realização dos Exercícios Gerais e Parciais do Plano de Emergência da CNAAA, após a publicação da NG-06 do SIPRON.....	95
Quadro 5: Atitudes em Situações de Crise .....	153
Quadro 6: Distribuição do Rendimento Mensal Domiciliar da Praia Vermelha.....	175
Quadro 7: Dimensões da Aprendizagem na Preparação e Resposta a Situações de Emergência na CNAAA .....	200
Quadro 8: Síntese das Constatações e Conclusões sobre o Plano de Emergência da CNAAA e o Processo de Comunicação de Risco, sob a Perspectiva de parte da População da Praia Vermelha .....	240

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resposta à Pergunta sobre a Percepção de Risco da População em Relação à CNAAA .....	221
Gráfico 2: Resposta à Pergunta sobre à Adoção de Inovações no Plano de Emergência.....	224
Gráfico 3: Resposta à Pergunta sobre o Grau de Conhecimento Técnico das Organizações Atuentes no Plano de Emergência da CNAAA .....	225
Gráfico 4: Resposta à Pergunta Referente a Autoavaliação do Nível de Conhecimento sobre o Plano de Emergência .....	226
Gráfico 5: Resposta à Pergunta sobre Orientação da População no Período que Antecede o Exercício Geral de Emergência .....	232
Gráfico 6: Resposta à Pergunta sobre o Recebimento de Informações sobre o Plano de Emergência da CNAAA .....	234
Gráfico 7: Resposta à Pergunta sobre o Interesse em Apresentar Sugestões de Melhorias para o Plano de Emergência .....	236
Gráfico 8: Resposta à Pergunta sobre Consulta a População no Período Pós Exercício Geral de Emergência para Obtenção de <i>Feedbacks</i> .....	239

## LISTA DE SIGLAS

ACISO	Ação Cívico-Social
ABIN	Agência Brasileira de Inteligência
AEN	Agência de Energia Nuclear
AIEA	Agência Internacional de Energia Atômica
ANCLI	Associação Nacional das Comissões Locais de Informação
APE	Área de Propriedade da Eletronuclear
ARGOS	<i>Accident Reporting and Guidance Operational System</i>
BWR	<i>Boiling Water Reactors</i> (Reator à Água Fervente)
CANDU	<i>Canadian Deuterium Uranium</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CASLON	Comitê de Articulação nas Áreas de Segurança e Logística do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CCCEN	Centro de Coordenação e Controle de Emergência Nuclear
CEA	Comissão de Energia Atômica
CESTGEN	Centro Estadual de Gerenciamento de Emergência Nuclear
C&T	Ciência e Tecnologia
CIEN	Centro de Informações de Emergência Nuclear
CIR	Complexo Industrial de Resende
CLI	Comissão Local de informação
CML	Comando Militar do Leste
COMDEC/AR	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis
COMDEC/PY	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Paraty
CMRI	Centro Médico das Radiações Ionizantes
CNAAA	Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto
CNAGEN	Centro Nacional para o Gerenciamento de uma Situação de Emergência Nuclear
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

COPREN/AR	Comitê de Planejamento de Resposta a Situações de Emergência Nuclear no Município de Angra dos Reis
COPRON	Comissão de Coordenação da Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro
DPF	Departamento de Polícia Federal
DPRF	Departamento de Polícia Rodoviária Federal
DRS/CNEN	Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear da CNEN
EBR-1	<i>Experimental Breeder Reactor</i>
EDCG	Embarcação de Desembarque de Carga Geral
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ENU	Evento Não Usual
ELETRONUCLEAR	Eletronuclear S.A - Eletronuclear
EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
FCN	Fábrica de Combustível Nuclear - Componentes e Montagem
FEMA	<i>Federal Emergency Management Agency</i>
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente
GCCO	Grupo de Coordenação e Controle Operacional
GCR	<i>Gas Cooled Reactor</i> (Reator Refrigerado à Gás)
GSi / PR	Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República
HCmp	Hospital de Campanha
HNMD	Hospital Naval Marcílio Dias
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	Instituto de Energia Atômica
IME	Instituto Militar de Engenharia
INB	Indústrias Nucleares do Brasil S/A
INES	<i>International Nuclear Events Scale</i>
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
LWR	<i>Light Water Reactors</i> (Reator à Água Leve)
MCT	Ministério de Ciência Tecnologia

MD	Ministério da Defesa
MEC	Ministério da Educação
MI	Ministério da Integração Nacional
MJ	Ministério da Justiça
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MRE	Ministério das Relações Exteriores
MS	Ministério da Saúde
MT	Ministério dos Transportes
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NRC	<i>National Research Council</i>
NUSS	<i>Nuclear Safety Standards</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
OSART	<i>Operational Safety Review Team</i>
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PEC	Plano de Emergência Complementar
PEE/RJ	Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro
PEL/Eletronuclear	Plano de Emergência Local da CNAEA
PEM/AR	Plano de Emergência Municipal de Angra dos Reis
PES/RPot	Plano de Emergência Setorial da CNEN para Reatores de Potência
PHWR	<i>Pressurized Heavy Water Reactor</i> (Reator à Água Pesada Pressurizada)
PINTEC	Pesquisa de Inovação
PNB	Programa Nuclear Brasileiro
PRONUCLEAR	Programa de Recursos Humanos para o Setor Nuclear
PSE/CNEN	Plano de Situação de Emergência da CNEN
PWR	<i>Pressurized Water Reactor</i> (Reator à Água Pressurizada)
RBMK	<i>Reactor Bolshoy Moshchnosty Kanalny</i> (Reator Refrigerado à Água Leve e Moderado à Grafite)
SAE	Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
SAEI	Secretaria de Acompanhamento e Estudos Institucionais do GSI/PR
SEPPR	Secretaria de Portos da Presidência da República

SEDEC	Secretaria Nacional de Defesa Civil
SESDEC	Secretaria Estadual de Saúde e Defesa Civil – RJ
SIPRON	Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro
TEPCO	<i>Tokyo Electric Power Company</i>
TMI	Central Nuclear de <i>Three Mile Island</i>
TPP	Inovação Tecnológica em Produto e Processo
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
USNRC	<i>United States Nuclear Regulatory Commission</i>
USP	Universidade de São Paulo
WANO	<i>World Association of Nuclear Operators</i>
ZPE	Zona de Planejamento de Emergência

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA .....	24
1.2	OBJETIVOS .....	26
1.3	RELEVÂNCIA DO TEMA.....	27
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	28
1.5	METODOLOGIA.....	30
<b>2</b>	<b>UM OLHAR PANORÂMICO SOBRE A ENERGIA NUCLEAR.....</b>	<b>34</b>
2.1	A DESCOBERTA DA RADIOATIVIDADE.....	34
2.2	A PESQUISA E O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS NUCLEARES NO BRASIL.....	36
2.4	AS APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR .....	41
2.5	A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DA FISSÃO DO ÁTOMO... 42	
2.5.1	O Ciclo do Combustível Nuclear.....	45
2.5.2	Os Tipos de Reatores Nucleares de Potência .....	46
2.5.3	As Centrais Nucleares no Mundo e o Meio Ambiente .....	50
2.5.4	Os Acidentes em Usinas Nucleares .....	52
2.6	A PROTEÇÃO RADIOLÓGICA E A SEGURANÇA NUCLEAR.....	58
2.6.1	A Agência Internacional de Energia Atômica .....	58
2.6.2	Da Origem à Atualidade: O Órgão Regulador Nuclear Brasileiro .....	60
2.6.3	O Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro .....	62
<b>3</b>	<b>A CENTRAL NUCLEAR BRASILEIRA: ANGRA I, II e III.....</b>	<b>67</b>
3.1	O PLANO DE EMERGÊNCIA DA CNAAB: Preparando-se para o “nunca”.....	72
3.2	A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DE PREPARAÇÃO E RESPOSTA ÀS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA.....	81

3.2.1	A Estrutura para o Planejamento das Ações de Emergência.....	81
3.2.2	A Estrutura Operacional para Resposta a Emergência na Central Nuclear Brasileira .	85
3.3	OS EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR: Um caminho para a aprendizagem.....	92
<b>4</b>	<b>PARA ENTENDER A DINÂMICA EVOLUTIVA DE UM PLANO DE EMERGÊNCIA .....</b>	<b>97</b>
4.1	O APRIMORAMENTO: A Dinâmica de um Ciclo .....	97
4.2	O PROCESSO DE APRENDIZAGEM .....	100
4.2.1	A Informação e o Conhecimento .....	101
4.2.2	A Aprendizagem Organizacional .....	108
4.2.3	Rotinas, Trajetórias Institucionais e Capacidade Absortiva .....	112
4.2.4	Algumas Dimensões da Aprendizagem.....	115
4.3	O PROCESSO DE INOVAÇÃO.....	124
4.3.1	A Origem e os Conceitos de Inovação .....	124
4.3.2	Os Tipos de Inovação .....	127
4.3.3	Entre Inovações Maiores e Menores.....	130
4.3.4	A Difusão e seus Fatores Indutores .....	132
4.3.5	Os Fatores Condicionantes .....	135
4.4	O PROCESSO DE COMUNICAÇÃO.....	138
4.4.1	Nas Controvérsias: Informação e Diálogo.....	139
4.4.2	Algumas Perspectivas sobre a Percepção dos Riscos.....	143
4.4.3	A Relevância da Comunicação de Risco .....	148
4.4.4	A Comunicação de Crise: O Desafio da Desinformação.....	152
4.4.5	A Experiência Sócio-Participativa Francesa .....	154
<b>5</b>	<b>O ESTUDO DE CASO: A DINÂMICA EVOLUTIVA DE UM PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR .....</b>	<b>159</b>
5.1	A UNIDADE DE ANÁLISE: O Plano de Emergência da CNAAA.....	160

5.2	A COLETA DE DADOS.....	160
5.2.1	Primeiro Passo – Pesquisa Documental.....	161
5.2.2	Segundo Passo - Observação Direta.....	163
5.2.3	Terceiro Passo – Elaboração do Roteiro das Entrevistas.....	166
5.2.4	Quarto Passo – Realização das Entrevistas .....	167
5.2.5	Quinto Passo – Elaboração dos Questionários .....	168
5.2.6	Sexto Passo – Aplicação dos Questionários .....	169
5.3	A PRAIA VERMELHA: Referência e Amostra .....	170
5.3.1	Algumas Características da Praia Vermelha.....	171
5.3.2	As Ações do Plano na Praia Vermelha.....	175
<b>6</b>	<b>ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS.....</b>	<b>178</b>
6.1	ALGUMAS DISCUSSÕES E REFLEXÕES SOBRE OS PROCESSOS .....	178
6.1.1	A Aprendizagem: Um Processo Contínuo e Necessário .....	178
6.1.2	A Inovação: Aprimoramento Gradual através de Demandas e Tecnologias.....	201
6.1.3	A Comunicação de Risco: O Desafio do Diálogo .....	219
6.2	A DINÂMICA EVOLUTIVA: MONTANDO AS PARTES DO QUEBRA- CABEÇAS.....	242
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>245</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>253</b>
	<b>APÊNDICE A – Roteiro de Entrevista Semiestruturada aplicada aos membros de Organizações Participantes do Plano de Emergência da CNAAA.....</b>	<b>263</b>
	<b>APÊNDICE B – Formulário aplicado à População da Praia Vermelha / Angra dos Reis ....</b>	<b>266</b>
	<b>ANEXO A – Parte do Calendário 2014: Plano de Emergência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto / Zona de Planejamento de Emergência ZPE 3 e 5 .....</b>	<b>268</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Hoje no mundo existem cerca de 437 usinas nucleares<sup>1</sup> em operação (WEC, 2011), construídas com o propósito de produzir energia elétrica, sendo essas o resultado de decisões soberanas de cerca de 30 nações.

O Brasil foi credenciado a participar desse seleto grupo de nações, que incorporaram em sua matriz energética a utilização da energia nuclear, através da implantação de uma central nuclear localizada no município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, composta por duas usinas nucleares em operação e uma terceira em construção, conhecidas como Angra I, II e III.

A Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) é uma instalação industrial com o propósito de produzir energia elétrica e sua operação está sob a responsabilidade da Eletrobrás Termonuclear S.A - Eletronuclear, uma empresa de economia mista, subsidiária do Grupo Eletrobrás, que mantém as usinas Angra I e II em operação desde 1985 e 2001, respectivamente.

Seja no Brasil ou em outras nações, a implantação de usinas nucleares se apresenta envolta por aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e técnicos. Porém, todos esses, de alguma forma, se apropriam de questões e discursos relacionados à segurança e proteção dos trabalhadores diretamente envolvidos, sociedade civil e meio ambiente.

Não é por acaso que preocupações e percepções relacionadas ao risco das atividades nucleares sejam incorporadas por esse tipo de debate e tenham capacidade de influenciar as decisões a respeito. Afinal, são relativamente comuns as associações entre a adoção da tecnologia nuclear para geração de energia elétrica e os temores sobre a proliferação de armas nucleares e acidentes nucleares, tais como os ocorridos em *Three Mile Island* (EUA) em 1979, Chernobyl (Ucrânia) em 1986 e, mais recentemente, Fukushima (Japão) em 2011.

Como forma de fazer frente a tais preocupações e para garantir a segurança e a proteção desejadas, durante todo o ciclo de vida de uma instalação nuclear, a maioria dos países no mundo implementam algum tipo de estrutura regulatória nuclear, responsável geralmente por atividades, tais como: autorizações; revisões e avaliações; inspeções; ações coercitivas; desenvolvimento de regulamentação e guias; cooperação internacional e preparação e resposta a emergências radiológicas e nucleares, estando esta última diretamente relacionada com os objetivos desta pesquisa.

---

<sup>1</sup> Existem outras 63 Usinas Nucleares em fase de construção (WEC, 2011).

A preparação e resposta às situações de emergência nuclear são observadas neste trabalho como um sistema constituído por atividades complexas e multidisciplinares, influenciadas por mudanças, internas ou externas, e interações, sendo esse organizado em partes que se inter-relacionam para o alcance de seus objetivos.

As atividades desse sistema demandam de pessoas e organizações envolvidas aprendizagem continuada, atuação em rede, capacidade de inovar com base em experiências reais e simuladas e o estabelecimento de canais de comunicação entre as organizações participantes do sistema de preparação e resposta à emergência, organizações internacionais e o público diretamente envolvido.

Ao refletir sobre o contexto no qual estão inseridas essas atividades, observa-se que ao lado de uma abordagem científico-institucional, usualmente considerada na elaboração de planos para fazer frente às situações de emergência nuclear, destaca-se também uma outra, de ordem sócio-participativa. São elencadas a seguir algumas questões relacionadas com essas duas abordagens.

### **I – Científico-institucionais**

- a) a disponibilidade de informações e dados técnico-científicos, que viabilizem a realização de estudos de cenários de ameaças e vulnerabilidades;
- b) o desenvolvimento institucional, a capacitação continuada dos recursos humanos e o aprimoramento de técnicas, tecnologias, normativas e procedimentos;
- c) a necessidade do estabelecimento de redes de cooperação, nacionais e internacionais; e
- d) o aprendizado advindo de exercícios, simulações e situações reais de emergência;

### **II – Sócio-participativas**

- e) as características sócio-culturais da população do entorno da instalação nuclear;
- f) a familiaridade da população local com os planos e procedimentos de emergência e ciência dos riscos reais aos quais está submetida; e
- g) a participação da população local no aprimoramento dos planos de emergência.

Vistos a partir dessa dupla perspectiva, estudos sobre a elaboração e desenvolvimento de planos de emergência, em particular o Plano de Emergência da Central Nuclear Álvaro Alberto – CNAAA, podem oferecer um entendimento mais completo sobre o tema.

Sendo assim, é oportuno destacar que nesta pesquisa foi adotada, por vezes, de forma genérica a expressão Plano de Emergência da CNAAA para sintetizar o seguinte conjunto de

planos: Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ)<sup>2</sup>, Plano de Emergência Local da CNAAA (PEL)<sup>3</sup>, Plano de Situação de Emergência da Comissão Nacional de Energia Nuclear (PSE/CNEN), Plano de Emergência Setorial da CNEN para Reatores de Potência (PES/RPot), Plano de Emergência Municipal de Angra dos Reis (PEM/AR) e demais Planos de Emergências Complementares (PEC)<sup>4</sup>.

Esses planos são, em síntese, o resultado do planejamento das medidas que, na eventualidade de uma situação de emergência envolvendo a CNAAA, deverão ser implementadas para minimizar os riscos à saúde, a prevenção de danos a propriedades e ao meio ambiente.

Por outro lado, é relevante lembrar que a preparação para situações de emergência é necessária em qualquer atividade industrial com risco de acidentes graves. Apesar das medidas de segurança implementadas, a ocorrência de acidentes na indústria do petróleo, envolvendo plataformas de exploração, navios petroleiros e refinarias, o rompimento de barragens, acidentes em indústrias químicas, entre outros, nem sempre são passíveis de serem evitadas, precisando, tal como na indústria nuclear, que se esteja revisando e aperfeiçoando suas práticas para fazer frente a tais situações de emergências.

Em função disso, o desenvolvimento desta pesquisa parte da premissa de que os processos de aprendizagem, inovação e comunicação constituem uma base consistente e importante para a observação e compreensão da dinâmica evolutiva do aprimoramento do Plano de Emergência Nuclear da CNAAA.

E, dessa forma, espera-se que esta pesquisa contribua para o aprimoramento da preparação e resposta a emergências nucleares e também não-nucleares, possibilitando a abertura de novos caminhos para o diálogo sobre este importante tema.

Nesse aspecto, é relevante também apontar a percepção de que o fortalecimento da interação entre organizações participantes e a população é um fator significativo para o avanço das questões que envolvem o planejamento de emergência, pois a energia resultante desta interação teria o potencial de gerar aprendizagem e motivar o desenvolvimento e a adoção de inovações.

---

<sup>2</sup> Coordenado pela Secretaria de Estado de Defesa Civil.

<sup>3</sup> Responsabilidade da operadora da CNAAA, Eletrobrás Eletronuclear.

<sup>4</sup> Outros órgãos que colaboram para o Plano de Emergência da CNAAA devem desenvolver os seus próprios Planos de Emergência Complementares, a exemplo da Marinha, Exército e Aeronáutica.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O Brasil possui atualmente duas usinas nucleares em operação e uma terceira em construção. Além disso, impulsionado pela necessidade de ampliação do fornecimento de energia elétrica, o governo sinaliza com a possibilidade de construir mais 4 (quatro) novas usinas nucleares (BRASIL, 2007).

Ainda que uma das principais polêmicas em relação ao uso da energia nuclear esteja associada ao risco de acidentes e à possibilidade de liberação de material radioativo na atmosfera, e, em que pese todas as ações e medidas de segurança para evitá-los, sabe-se que nenhum sistema está imune a acidentes, em particular, se considerarmos que o fator iniciador pode ser resultado de um evento natural, que nem sempre é possível de prever ou controlar.

A partir dessa perspectiva, a elaboração e implementação de planos de emergências para mitigar as consequências de acidentes nucleares passa a ser essencial, principalmente, para a segurança dos trabalhadores, da população local, do meio ambiente e da sociedade em geral.

A Central Nuclear Brasileira conta com um conjunto de planos de emergência que, conforme será apresentado no Capítulo 3, são de responsabilidade de organizações com culturas organizacionais e competências distintas.

Todos esses planos constituem um sistema complexo que tem o Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ) como eixo central e integrador da preparação e resposta a uma eventual emergência nuclear nas instalações da Central Nuclear Brasileira, no que se refere às ações de proteção à população local e o meio ambiente.

Os demais planos podem ser considerados instrumentos que detalham a participação de cada uma das organizações envolvidas na resposta à emergência, prevendo e explicitando ações e recursos, humanos e tecnológicos, a serem disponibilizados e empregados por cada uma dessas organizações.

Tais planos são desenvolvidos a partir de uma dinâmica peculiar que envolve melhorias contínuas que são o resultado de discussões, experiências, nacionais e internacionais, e acúmulo de conhecimentos no âmbito das organizações participantes dos comitês colegiados relativos à preparação e resposta às situações de emergência nuclear.

De certa forma, tal dinâmica acaba por fomentar o estabelecimento de vínculos técnico-gerenciais significativos entre essas organizações, contribuindo para a consolidação desse

sistema de emergência, que se configura, em parte, a partir de redes de relacionamentos formais e, por vezes, informais.

Por outro lado, tais planos não podem estar limitados a sua mera existência documental e aprimorá-los é uma necessidade imposta pelas preocupações sociais e político-econômicas advindas de um planejamento estático e incompatível com novos cenários potencialmente presentes na eventualidade de uma situação de emergência nuclear.

Ao considerar que o cerne desta pesquisa sobre preparação e resposta a emergências nucleares está **(i)** a importância, a complexidade e a multiplicidade de saberes envolvidos e **(ii)** a necessidade de aperfeiçoamento contínuo do planejamento de emergência, pergunta-se: Como os atores envolvidos adquirem, processam e comunicam os saberes necessários para elaboração e aperfeiçoamento contínuo de um plano de emergência nuclear?

Desta pergunta básica derivam outras, como: Existe articulação no processo de aprendizado inerente à elaboração e ao aprimoramento do Plano de Emergência, considerando a diversidade de atores e competências envolvidas? Como são incorporadas novas soluções no planejamento de emergência? Como é realizada a comunicação do planejamento de emergência para a sociedade? Existe uma dinâmica participativa da sociedade na construção e aprimoramento dos planos? Como são configurados os processos de aprendizagem, inovação e comunicação?

Para responder a essas questões, esta pesquisa buscará a partir de evidências empíricas e documentais investigar e melhor compreender os processos de aprendizagem, inovação e comunicação, os quais se pressupõe estarem intrinsecamente relacionados com a dinâmica de aprimoramento contínuo de um plano de emergência nuclear.

Assim, espera-se contribuir não somente para a evolução do próprio plano de emergência da CNAEA, como, também, para a construção e evolução de outros planos de emergência, nucleares e não-nucleares, desenvolvidos para fazer frente a possíveis acidentes graves.

## 1.2 OBJETIVOS

O **objetivo principal** desta pesquisa é a identificação e análise da dinâmica de elaboração e aperfeiçoamento da preparação e resposta às situações de emergência na Central Nuclear Brasileira, visando contribuir para o desenvolvimento de uma perspectiva evolutiva e sistematizada com base nos processos de aprendizagem, inovação e comunicação, a partir da qual se espera apontar sugestões de melhorias.

Para alcançar tal objetivo, esta pesquisa será desenvolvida a partir de análises e reflexões desenvolvidas com base no Plano de Emergência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), que tem como propósito mitigar as consequências de um eventual acidente nuclear nessa instalação.

A complexidade e a existência de algumas abordagens possíveis para o tratamento do tema apontaram para a necessidade de desdobrar e delimitar a pesquisa a partir dos seguintes **objetivos específicos (OE)**:

**(OE1)** Examinar as características de um plano de emergência, destacando a sua dinâmica evolutiva;

**(OE2)** Identificar os atores internos e externos envolvidos na construção e aprimoramento do Plano de Emergência da CNAAA;

**(OE3)** Analisar o processo de aprendizagem, destacando as ações e métodos utilizados para apropriação do conhecimento;

**(OE4)** Investigar o tipo de inovação predominante no Plano de Emergência da CNAAA e os fatores relevantes para a sua difusão e;

**(OE5)** Investigar o processo de comunicação de risco do Plano de Emergência da CNAAA, verificando práticas, tipos de canais de comunicação utilizados e fatores que possam dificultar o estabelecimento efetivo da comunicação.

### 1.3 RELEVÂNCIA DO TEMA

A considerável escassez de pesquisas acadêmicas na área de preparação e resposta às situações de emergência nuclear, apesar da experiência acumulada desse setor em ações relacionadas a esse tema, foi vislumbrada como uma oportunidade para o desenvolvimento de trabalho orientado para a investigação da dinâmica de aprimoramento contínuo de planos de emergência para mitigação de consequências de acidentes em centrais nucleares de potência.

Por outro lado, a existência da atual Central Nuclear Brasileira e a possibilidade de expansão no número de usinas nucleares no país são fatores motivadores para o estudo da dinâmica de aprimoramento do Plano de Emergência da CNAAB.

Além disso, o Brasil conta também com outras instalações nucleares, como reatores de pesquisa e instalações para o enriquecimento de urânio, que demandam também, em algum grau, ações de planejamento e preparação para situações de emergência, que podem ser desenvolvidas ou aprimoradas a partir das experiências e discussões que serão desdobradas no decorrer desta pesquisa.

É esperado que este trabalho contribua para uma melhor compreensão e sistematização da dinâmica de aprimoramento do planejamento de emergência nuclear, tendo como base os processos de aprendizagem, inovação e comunicação.

Neste sentido, o estudo do processo de comunicação, em particular, pode contribuir apresentando a relevância e as perspectivas de aperfeiçoamento do Plano advindas da participação da população diretamente envolvida. E, dessa forma, é considerado que a apresentação de demandas e críticas realizadas por tal população, em questões relacionadas ao plano de emergência, possam motivar, em algum grau, o aprimoramento dos processos de aprendizagem profissional e organizacional, tendo como consequência a introdução de novas soluções, critérios, padrões ou procedimentos considerados inovadores.

Ao considerar que um plano de emergência precisa estar estruturado sobre uma ampla rede de informações e de confiança entre as organizações e a população local, faz-se necessário considerar a importância da credibilidade das pessoas e das informações que circulam nesta rede.

Tal credibilidade deve ser observada, por exemplo, tanto nas informações técnico-científicas advindas de modelos meteorológicos usados para prever o deslocamento de uma pluma radioativa, como na orientação passada à população de que durante uma determinada

dinâmica de acidente ela precisará apenas permanecer abrigada, por ser esta uma medida de proteção suficiente naquele momento.

Esse tipo de crédito precisa ser conquistado durante as atividades de preparação para emergência, através de demonstrações técnicas, simulações, exercícios, mas também através do diálogo, aproximação e participação ativa de todos os envolvidos, de forma que o Plano seja, cada vez mais, aprimorado a partir de contribuições dos mais variados setores.

Então, nesse aspecto, esta pesquisa contribui também para a verificação de evidências que indiquem que tipo de comunicação existe entre as organizações envolvidas e a população local, caracterizando a existência de fluxos de informação unidirecionais ou bidirecionais entre esses atores.

Em função de não ter sido localizado até o momento qualquer trabalho similar, espera-se que o trabalho ora desenvolvido seja uma contribuição significativa para a temática da preparação e resposta às situações de emergência. Portanto, uma porta de entrada para a realização de outros trabalhos com abordagens semelhantes e complementares.

## **1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

A presente tese está estruturada em 6 (seis) capítulos, elaborados com o intuito de organizar e desenvolver o encadeamento lógico necessário para a imersão no ambiente e na temática sob os quais esta pesquisa foi realizada, gradualmente conduzindo o seu leitor para as discussões e conclusões apresentadas.

Dentro dessa estratégia este primeiro capítulo foi elaborado de forma a nortear e delimitar o desenvolvimento desta pesquisa, apresentando algumas motivações para sua realização, seus objetivos principais e secundários, além dos argumentos que corroboram para uma melhor compreensão da relevância do tema e da metodologia empregada para o alcance dos objetivos estabelecidos.

No Capítulo 2 são apresentadas questões históricas relacionadas tanto com a descoberta da radioatividade, motivo principal do planejamento para situações de emergência em centrais nucleares, como no que se refere a pesquisa e ao desenvolvimento de tecnologias nucleares no Brasil, contexto no qual as usinas nucleares brasileiras foram implantadas. São abordados nesse capítulo as aplicações da energia nuclear, tendo destaque o uso da energia nuclear para geração de energia elétrica, as tecnologias utilizadas, questões ambientais associadas e os principais

acidentes em centrais nucleares. Considerando que a pesquisa trata da preparação e resposta para situações de emergência envolvendo usinas nucleares no Brasil, são apresentados também três atores com papéis relevantes: a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA); a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e; o Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON).

O Capítulo 3 foi desenvolvido com o propósito de promover e esclarecer aspectos relacionados com a Central Nuclear Brasileira, sua origem, localização e características, e, principalmente, para aprofundar o conhecimento sobre o objeto de análise desta pesquisa, a preparação e resposta às situações de emergência na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), sua história, estrutura organizacional de preparação e resposta, planos, métodos e características.

No Capítulo 4 são aprofundados os referenciais teórico-conceituais, norteadores da pesquisa, através de abordagens e conceitos relacionados principalmente à temática da aprendizagem organizacional, inovação e comunicação de risco, processos que formaram a base sobre a qual se buscou elucidar A DINÂMICA EVOLUTIVA DE UM PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR.

No Capítulo 5 é apresentado o estudo de caso, a definição do PLANO DE EMERGÊNCIA DA CNAAA como sendo a unidade de análise escolhida, os métodos utilizados para coleta de dados e a caracterização da região da Praia Vermelha, utilizada como amostra para identificação de relacionamento sócio-participativo da população local com o sistema de planejamento de emergência, questão central nas discussões sobre o processo de comunicação de risco.

Por fim, o Capítulo 6 organiza, discute, analisa e interpreta os dados coletados das fontes de evidências investigadas no estudo de caso, estabelecendo o diálogo entre o planejamento de emergência nuclear da CNAAA (Capítulo 3) e as bases teórico-conceituais apresentadas (Capítulo 4), como forma de contribuir para uma nova perspectiva sistematizada sobre o planejamento para emergência em centrais nucleares, a qual tem seu alicerce em processos de aprendizagem organizacional, inovação e comunicação de risco.

## 1.5 METODOLOGIA

Aqui é apresentada de uma forma geral a linha metodológica sob a qual foi desenvolvida a pesquisa, ressaltando que os procedimentos específicos adotados para a realização do estudo de caso serão detalhados posteriormente no Capítulo 5.

Assim, inicialmente, destaca-se o fato da pesquisa ter sido desenvolvida a partir do pressuposto da importância dos processos de aprendizagem, inovação e comunicação para o desenvolvimento e aprimoramento contínuo de um plano de emergência e cujo aporte teórico-conceitual foi, em grande parte, constituído a partir do campo de estudo das “Ciências Sociais Aplicadas”, subárea “Ciência da Informação”, conforme a tabela de áreas de conhecimento da CAPES<sup>5</sup>.

Considerando os aspectos multidisciplinares da Ciência da Informação, e em função das características da pesquisa, foi necessário também a apropriação de leituras e conceitos ainda pouco explorados nessa área, tais como o relativo à Comunicação de Risco.

Os objetivos da tese estão relacionados com a investigação e melhor compreensão da dinâmica evolutiva de um plano de emergência, por si só complexo e multifacetado. Em função disso, este trabalho foi norteado considerando os preceitos de uma **Pesquisa Exploratória**, que, de acordo com Gil (2010, p.27), visa “... proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”.

Nesse sentido, Gil (2010) observa que a pesquisa exploratória tem como vantagem a sua maior flexibilidade, sobretudo, na fase de planejamento, em função da necessidade de considerar aspectos variados relativos ao fato ou fenômeno estudado.

Sendo assim, é importante destacar que nesse tipo de pesquisa, as estratégias para a coleta de dados podem ocorrer de várias formas, mas, em função das peculiaridades da investigação, foram utilizadas as modalidades mais comuns, sendo essas, segundo Selltiz et al (apud, GIL 2010, p. 27): **(1)** o levantamento bibliográfico; **(2)** a análise de exemplos que estimulem a compreensão; e **(3)** as entrevistas com pessoas que tiveram experiência prática com o assunto.

---

<sup>5</sup> Tabela de Áreas de Conhecimento da CAPES. Disponível em:

<[http://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/TabelaAreasConhecimento\\_072012.pdf](http://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/TabelaAreasConhecimento_072012.pdf)>.

Acesso em: 2 ago. 2013.

No que se refere ao **levantamento bibliográfico**, este permitiu um maior aprofundamento dos conceitos que proporcionaram, através da inter-relação desses com o tema da pesquisa, a obtenção de conhecimentos, que foram utilizados para a construção de uma argumentação que se espera ser consistente e adequada.

Então, nesses termos, a pesquisa assumiu mais especificamente o formato de uma pesquisa bibliográfica, por fazer uso de material publicado, tais como: livros, artigos, teses e outros (GIL, 2010, p.29). Portanto, além de ser utilizada de uma forma geral para desenvolver a fundamentação teórico-conceitual do trabalho, essa pesquisa e o material bibliográfico obtidos permitiram o avanço da tese tendo como base um relevante conjunto de conhecimentos relativos às temáticas discutidas.

A coleta de dados a partir da **análise de exemplos que estimulem a compreensão** permitiu o aprofundamento de questões específicas sobre a preparação e resposta para situações de emergência na CNAAA. Nesse sentido, tanto a participação em reuniões dos comitês de planejamento para situações de emergência como a observação direta da dinâmica dos Exercícios Gerais do Plano de Emergência, em 2013, em especial, no que se refere às ações previstas para a comunidade da Praia Vermelha, foram recursos bastante importantes para a melhor compreensão da dinâmica da preparação e resposta para situações de emergências nucleares.

**As entrevistas com pessoas que tiveram experiência prática com o assunto** foram realizadas no período entre março e junho de 2014, seguindo um roteiro desenvolvido com base em perguntas elaboradas a partir dos temas da pesquisa, conceitos identificados na literatura e documentos inerentes ao Plano de Emergência da CNAAA.

Alguns representantes de organizações participantes do Plano e um membro da Associação de Moradores da Praia Vermelha foram submetidos a esse procedimento com o propósito de coletar informações que permitiram, posteriormente, apoiar as argumentações e as afirmações sobre certos fatos que ocorrem na dinâmica evolutiva do Plano de Emergência (YIN, 2001), a partir de uma perspectiva sistêmica que engloba os processos de aprendizagem, inovação e comunicação.

Além desse tipo de entrevista, para Yin (2001), existe a possibilidade, também, de se realizar uma entrevista com questões mais estruturadas, de forma a se obter um levantamento formal. Tal abordagem considerada pelo autor como um instrumento complementar, foi

também adotada na pesquisa e materializada no formato de um questionário aplicado à população da Praia Vermelha.

Tendo como objetivo captar as percepções de parte da população sobre o Plano de Emergência da CNAAA, o questionário foi a base para obtenção de uma espécie de indicador que contribuiu para reflexões sobre o processo de comunicação entre o sistema de planejamento de emergência e a população local.

De forma subsidiária, a aplicação do questionário serviu também como instrumento para a identificação de algum possível viés destoante entre as percepções dos representantes das organizações e da população da Praia Vermelha, apesar de também ter sido realizada entrevista com um representante da Associação de Moradores de tal localidade.

As entrevistas com os representantes de organizações permitiram coletar evidências qualitativas a partir da interação com atores, governamentais e da sociedade, envolvidos de alguma forma com o Plano de Emergência da CNAAA, proporcionando a descoberta de novas perspectivas e elementos para o desenvolvimento da pesquisa. E, por outro lado, o questionário aplicado à população da Praia Vermelha permitiu o balanceamento dos discursos a partir da obtenção de indicadores colhidos junto à população local.

Dessa forma, com a aplicação conjunta desses dois métodos de coleta de dados, a pesquisa passou a contar com informações tanto de ordem qualitativa como quantitativa.

É importante destacar, também, que para o melhor desenvolvimento do trabalho, observou-se que de fato o cerne da pesquisa deveria estar centrado nas bases metodológicas características de um estudo de caso, exploratório e único, visto que essa estratégia de pesquisa é preferida, quando:

[...] se colocam questões do tipo ‘como’ e ‘por que’, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. (YIN, 2001, p.19)

Além das estratégias anteriormente apresentadas, foi necessária para a realização da pesquisa a leitura de documentação técnica e institucional, tais como planos, normas, guias e relatórios. Assim, de acordo com Gil (2010, p.30) a investigação teve, também, características de uma pesquisa documental.

Para tornar ainda mais clara a abordagem metodológica empregada nesta tese, o Quadro 1 apresenta de forma esquemática a interposição das dimensões da pesquisa, contemplando o

relacionamento dos objetivos trabalhados, com os processos de aprendizagem, inovação e comunicação associados, assim como as respectivas estratégias de pesquisa adotadas.

**Quadro 1:** Dimensões Metodológicas da Pesquisa

Objetivo Principal	Processos			Estratégia / Método
	Aprendizagem	Inovação	Comunicação	
Identificar e analisar a dinâmica de elaboração e aperfeiçoamento da preparação e resposta às situações de emergência na Central Nuclear Brasileira, visando contribuir para o desenvolvimento de uma perspectiva evolutiva e sistematizada com base nos processos de aprendizagem, inovação e comunicação, a partir da qual se espera apontar sugestões de melhorias.				
(OE1) Examinar as características de um plano de emergência, destacando a sua dinâmica evolutiva				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Levantamento Bibliográfico e Documental, visando a identificação de questões de pesquisa que nortearão a elaboração de um roteiro para o estudo de caso</li> <li>2. Observação direta de um Exercício de Plano de Emergência</li> <li>3. Participação em Reuniões dos Comitês de Preparação para Situações de Emergência Nuclear</li> </ol>
(OE2) Identificar os atores internos e externos envolvidos na construção e aprimoramento do Plano de Emergência da CNAAA				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análise de Documentos relacionados com a preparação e aprimoramento do planejamento para situações de emergência na CNAAA (Planos, normativas, procedimentos, relatórios etc)</li> <li>2. Observação direta de um Exercício de Plano de Emergência</li> <li>3. Participação em Reuniões dos Comitês de Preparação para Situações de Emergência Nuclear</li> </ol>
(OE3) Analisar o processo de aprendizagem, destacando as ações e métodos utilizados para apropriação do conhecimento				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Levantamento Bibliográfico e Documental</li> <li>2. Elaboração de roteiro de entrevistas, com questões identificadas durante o levantamento bibliográfico e documental.</li> <li>3. Entrevista</li> <li>4. Discussão</li> </ol>
(OE4) Investigar o tipo de inovação predominante no Plano de Emergência da CNAAA e os fatores relevantes para a sua difusão				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Levantamento Bibliográfico e Documental</li> <li>2. Elaboração de roteiro de entrevistas, com questões identificadas durante o levantamento bibliográfico e documental.</li> <li>3. Entrevista</li> <li>4. Discussão</li> </ol>
(OE5) Investigar o processo de comunicação de risco do Plano de Emergência da CNAAA, verificando práticas, tipos de canais de comunicação utilizados e fatores que possam dificultar o estabelecimento efetivo da comunicação				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Levantamento Bibliográfico e Documental</li> <li>2. Elaboração de roteiro de entrevistas e questionário, com questões identificadas durante o levantamento bibliográfico e documental.</li> <li>3. Entrevista e questionário</li> <li>4. Discussão</li> </ol>

**Fonte:** Elaborado pelo autor

## 2 UM OLHAR PANORÂMICO SOBRE A ENERGIA NUCLEAR

Seria difícil iniciar o desenvolvimento desta pesquisa que se propõe a compreender, entre outras questões, processos que envolvem ciclos de aprimoramento continuado sem fazê-lo apoiado sob alguma perspectiva histórica que contribua para a contextualização e sustentação das argumentações trabalhadas.

Em função disso, o ponto de partida para a apresentação da pesquisa sobre processos de aprendizagem, inovação e comunicação relacionados à construção e evolução do Plano de Emergência da CNAAA, não poderia seguir roteiro diferente.

Neste capítulo será realizado um breve delineamento de momentos considerados significativos para a construção de um cenário de fundo para as subsequentes abordagens relativas à preparação e resposta a situações de emergência na CNAAA.

### 2.1 A DESCOBERTA DA RADIOATIVIDADE

O físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen, em 1895, promoveu um grande salto na física atômica ao investigar, no laboratório da Universidade de Würzburg, materiais que se tornavam fluorescentes quando expostos aos raios catódicos. Ao observar a condução de eletricidade dentro de um tubo de raios catódicos, Röntgen percebeu que um anteparo, posicionado do outro lado de uma sala escura, brilhava sempre que era ligada a energia ao tubo. Os raios pareciam alcançá-lo, apesar do tubo estar encerrado em papelão preto, que impedia que o raio ou a luz escapasse. Após experimentos Röntgen concluiu que havia descoberto um novo tipo de emissão luminosa que penetrava a matéria e, por não conhecer a natureza destes raios, passou a chamá-los de raios X. O potencial da utilização dos raios X para a realização de diagnósticos foi imediatamente percebido pela comunidade médica da Europa e dos EUA (CAMARGO, 2007, p.44).

Ao tomar conhecimento da descoberta dos raios X, por Röntgen, numa sessão da Academia de Ciências de Paris, o cientista francês, Antoine-Henri Becquerel, interessado em estudar fenômenos relacionados com a luminescência acaba por descobrir “acidentalmente”, em 1896, a radioatividade<sup>6</sup> (OKUNO; YOSHIMURA, 2010).

---

<sup>6</sup> É interessante observar que o termo radioatividade foi cunhado por Madame Curie.

Essa descoberta ocorre durante pesquisas realizadas por Becquerel para verificar se todos os materiais fosforescentes apresentavam a mesma propriedade. O experimento de Becquerel consistia na colocação de material fosforescente sobre uma chapa fotográfica embrulhada com papelão preto, expondo o conjunto ao sol. Becquerel acreditava que a energia solar faria o material fosforecer, produzindo, conseqüentemente, a sensibilização do filme devido à emissão de luz pelo material (OKUNO; YOSHIMURA, 2010).

Contudo, apesar das primeiras experiências realizadas com substância fosforescente terem sido sem sucesso, Becquerel persistiu e passou a utilizar sais de urânio. Em novo experimento Becquerel percebeu, após poucas horas de exposição do conjunto à luz solar, uma imagem fraca do contorno do cristal de urânio ao revelar a chapa fotográfica. Nos dias 26 e 27 de fevereiro de 1896, Becquerel tentou repetir o experimento com dois cristais de sulfato duplo de urânio e potássio e uma fina cruz de cobre posicionada entre um dos cristais e o filme (OKUNO; YOSHIMURA, 2010).

No entanto, como o céu estava nublado, guardou o conjunto dentro de uma gaveta e esperou por dias ensolarados, com o intuito de continuar o experimento. Como o tempo não melhorou, decidiu revelar o filme mesmo assim. No dia 1º de março de 1896, para sua surpresa, observou manchas muito mais escuras do que aquelas obtidas anteriormente, ao iluminar o conjunto com os raios solares fortes. Naquele momento, Becquerel percebeu que estava diante de raios emitidos pelos sais de urânio, mesmo na ausência de sol (OKUNO; YOSHIMURA, 2010).

A polonesa Maria Solomea Sklodowska, mais conhecida como Marie Curie<sup>7</sup>, orientanda de Becquerel, durante pesquisa que investigava elementos com propriedade de emitir radiação, ou raios de Becquerel, descobriu os elementos químicos rádio e polônio. Foi Marie Curie que batizou a nova propriedade com o nome de “radioatividade” (CAMARGO, 2007, p. 46).

Em 1911, Marie Curie ganha o segundo prêmio Nobel, após quatro anos de pesquisa para determinar a massa atômica do elemento Rádio. Durante o seu discurso, *Radium and the New Concepts in Chemistry*, em 11/12/1911, ela disse:

Cerca de 15 anos atrás, a radiação do urânio foi descoberta por Henri Becquerel, e dois anos mais tarde, o estudo desse fenômeno foi estendido a outras substâncias, primeiro por mim, e depois por Pierre Curie e por mim. Esse estudo rapidamente nos conduziu à descoberta de novos elementos, a radiação dos quais, embora sendo análoga àquela

---

<sup>7</sup> Ao casar com Pierre Curie a polonesa Maria Solomea Sklodowska passa a ser conhecida pelo nome de Marie Curie, ou Madame Curie.

do urânio, era muito mais intensa. Todos os elementos que emitem tal radiação eu designei radioativos, e a nova propriedade da matéria revelada nessa emissão recebeu então o nome de **radioatividade** - Marie Curie, 1911<sup>8</sup>, tradução e grifo nosso.

No entanto, durante o discurso do Prêmio Nobel de 1903<sup>9</sup>, Pierre Curie já alertava para alguns cuidados que se deveria ter com o uso de elementos radioativos, ele disse:

Os raios do rádio foram usados no tratamento de algumas doenças (lúpus, câncer, doenças nervosas). Em certos casos, sua ação pode tornar-se perigosa. Se alguém levar em seu bolso, por algumas horas, uma caixa de madeira ou de papelão contendo uma pequena ampola de vidro com vários centigramas de um sal de rádio, não sentirá absolutamente nada. Mas, depois de 15 dias, aparecerá na epiderme uma vermelhidão e, em seguida, uma ferida de difícil cicatrização. Uma ação mais prolongada poderia levar à paralisia e à morte. O rádio deve ser transportado numa caixa espessa de chumbo - Pierre Curie, 1903<sup>10</sup>, tradução nossa.

É interessante constatar que há décadas já se observava a possibilidade do uso benéfico da radioatividade, mas que, também, existia a compreensão de que a exposição à mesma demandava algum tipo de preocupação. Desde então, em virtude da trajetória ascendente das inovações no setor nuclear, os cuidados com a segurança não cessaram, pelo contrário, continuaram a crescer e a se diversificar, até chegar às complexidades dos dias de hoje.

## **2.2 A PESQUISA E O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS NUCLEARES NO BRASIL**

Ao longo da segunda metade do século XX, o pensamento sobre a Ciência e a Tecnologia (C&T) refletiu as diversas inflexões provocadas no mundo pelos avanços da produção científica e tecnológica. Nos primeiros 15 anos após a II Guerra Mundial, o pensamento predominante foi inspirado pelo relatório Vannevar Bush (1945) e pela política científica americana, marcado pela produção de conhecimento para a segurança nacional (MACIEL, 2002).

Nesse aspecto, para Maciel (2002), essa filosofia foi da maior importância para o Brasil, e na sua esteira foi construída a base institucional do fomento à ciência no País.

---

<sup>8</sup> Disponível em: <[http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1911/marie-curie-lecture.html](http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1911/marie-curie-lecture.html)>. Acesso em: 22 maio 2013.

<sup>9</sup> O Prêmio Nobel de Física de 1903 foi concedido ao casal Curie e a Henri Becquerel.

<sup>10</sup> Disponível em: <[http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1903/pierre-curie-lecture.html](http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/pierre-curie-lecture.html)>. Acesso em: 22 maio 2013.

A partir dessa perspectiva, em 15 de janeiro de 1951 foi criado o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), vinculado à Presidência da República, com a função de estimular a pesquisa em qualquer domínio do conhecimento e de gerir as atividades relativas ao uso da energia nuclear, sendo o fomento de responsabilidade do Fundo Nacional de Pesquisas Científicas e Tecnológicas.

A mensagem do então Presidente do Brasil, General Eurico Gaspar Dutra, ao Congresso Nacional, justificando a necessidade de criação do CNPq, é um exemplo deste momento, ao reconhecer que:

[...] após a última guerra, tomaram notável e surpreendente incremento, não só por imperativo de defesa nacional senão também por necessidade de promover o bem-estar, os estudos científicos e, de modo particular, os que se relacionam com o **domínio da física nuclear**. Nesse sentido, estão dedicando esforço diuturno as nações civilizadas [...] que passaram a considerar tais estudos tanto em função dos propósitos de paz mundial como, sobretudo, em razão dos imperativos da própria **segurança nacional**. (DUTRA apud ANDRADE, 2006, p. 52, grifo nosso)

O caráter estratégico atribuído às pesquisas científicas na área nuclear no Brasil, nesse período, é reforçado pela presença de militares em cargos importantes em instituições de pesquisa e de fomento, como o fato do primeiro presidente do CNPq ter sido um Almirante da Marinha do Brasil.

Para Andrade, durante o período que dirigiu o CNPq, o Almirante Álvaro Alberto pode:

[...] misturar ciência e energia nuclear, propugnando que ambas eram o caminho para alcançar o desenvolvimento industrial, tido por ele como a única maneira de garantir a independência econômica e, a partir dela, assegurar a **segurança nacional** e, conseqüentemente, a soberania. (ANDRADE, 2006, p.53, grifo nosso)

Dessa forma, podemos observar que no Brasil, e em particular na área nuclear, a ligação entre a pesquisa e o desenvolvimento nacional estava presente sob o ponto de vista estratégico no período pós II Guerra Mundial, apresentando alinhamento com as reflexões de Vannevar Bush (1945).

Maciel destaca que nas décadas de 1960 e 1970 surgem preocupações, sobretudo, no âmbito do pensamento social crítico, com questionamentos sobre a quem serve a ciência e quais são as responsabilidades do cientista, quando são apontados “os potenciais perigos de novas tecnologias que aparecem como ameaça a humanidade em meio à tensão da ‘guerra fria’.” (MACIEL, 2002, p.69).

Essa discussão parece ter tido origem na percepção das possibilidades econômicas e sociais advindas do conhecimento científico-tecnológico que foram responsáveis pela abertura de espaço para:

[...] um *laissez-innover* (ausência de controle social sobre o progresso técnico-científico), dando início as preocupações e precauções quanto aos impactos dessas atividades, à medida que surgiam evidências sobre o lado perverso dos padrões técnico-científicos em vigor: proliferação de armas nucleares, esgotamento de recursos naturais e impactos ambientais, além do agravamento de tensões sociais. (ALBAGLI, 1996, p.397)

Apesar dessas preocupações, as ações na área nuclear avançaram, e no Brasil, em 1970, existiam alguns grupos de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias nucleares em atividade, dentre os quais se destacam os vinculados às universidades (USP, UFRJ, e UFMG), além do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), do Instituto Militar de Engenharia (IME) e dos institutos subordinados à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) (CAPNB, 1986).

No relatório final da Comissão de Avaliação do Programa Nuclear Brasileiro, também conhecido como “Relatório Vargas”, publicado em 1986, sob a coordenação de José Israel Vargas e Oscar Sala, consta que participavam desses grupos de pesquisa cerca de 600 cientistas e técnicos de nível superior, de formação diversificada, formados em vários centros internacionais (CAPNB, 1986).

Considerando ser este número insuficiente para o desenvolvimento das atividades do programa nuclear, o Governo Federal constituiu um grupo de trabalho formado por cientistas e técnicos do MEC, CNPq, CNEN e Nuclebrás, com a incumbência de formular as bases do Programa de Recursos Humanos para o Setor Nuclear - PRONUCLEAR (CAPNB, 1986).

Esse grupo, além de identificar e quantificar as necessidades de formação e treinamento nas diversas áreas de interesse, também recomendou ênfase na formação de base científica e tecnológica, indispensável para o desenvolvimento autônomo da área nuclear (CAPNB, 1986).

As projeções da época foram baseadas na perspectiva de implantação de 8 centrais nucleares e de toda a indústria nuclear, equipamentos e combustível nuclear, até 1990, sendo apresentada uma demanda de 5.580 profissionais de nível médio e 4.335 de nível superior, para o período de 1976 a 1985 (CAPNB, 1986).

Aqui é interessante destacar que entre as décadas de 1950 e 1980 o Brasil empreendeu esforços em pesquisas e no domínio das técnicas nucleares, apresentando avanços significativos

marcados por fatos como a inauguração do reator nuclear de pesquisa IEA-R1<sup>11</sup> em 1958, a inauguração do reator nuclear de pesquisa TRIGA<sup>12</sup> em 1960, início da operação do reator Argonauta<sup>13</sup> e criação do Grupo do Tório com o intuito de desenvolver tecnologia de reatores nucleares à tório em 1965, inauguração da planta piloto de Hexafluoreto de Urânio (UF<sub>6</sub>) em 1973 e início da construção das usinas nucleares Angra I e II em 1972 e 1976 (ANDRADE, 2006). É, também, importante destacar o feito da construção do Reator IPEN/MB-01, o primeiro reator nuclear projetado e construído no Brasil, tendo seu projeto iniciado em 1983 e a entrega para operação ocorrido em novembro de 1988<sup>14</sup>.

Contudo, segundo Maciel (2002, p.71), a análise crítica das Políticas de C&T no Brasil, no último quarto do século XX, aponta para um consenso em torno da constatação de que, por um lado, havia momentos importantes de institucionalização e, por outro, de inconsistências, descontinuidades e incoerências nessas políticas.

A partir do final da década de 70, o acordo nuclear firmado com a Alemanha começa a ter problemas decorrentes das pressões americanas para a não transferência de tecnologia para o enriquecimento de urânio, da formação de consenso de cientistas, intelectuais, empresários e Igreja Católica sobre proposta de redução do ambicioso programa de cooperação Brasil-Alemanha, da percepção negativa gerada pelo acidente de *Three Mile Island* e de problemas relacionados com a redução da atividade econômica brasileira (ANDRADE, 2006, p.146).

Em 1979, em função da percepção dos militares brasileiros de que o acordo com a Alemanha não garantia a transferência de tecnologia para o enriquecimento de urânio, a Marinha do Brasil elaborou um programa nuclear “paralelo”, com o apoio do IPEN/CNEN-SP<sup>15</sup>, na época denominado Instituto de Energia Atômica (IEA), tendo como objetivo final o desenvolvimento de um submarino movido à propulsão nuclear e do seu combustível nuclear (ANDRADE, 2006).

---

<sup>11</sup> Localizado no atual Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo.

<sup>12</sup> Localizado no atual Centro de Desenvolvimento de Tecnologias Nucleares (CDTN), em Belo Horizonte.

<sup>13</sup> Localizado no Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), no Rio de Janeiro.

<sup>14</sup> Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN. Sítio Institucional. Disponível em: <<https://www.ipen.br/sitio/?idm=248>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

<sup>15</sup> O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, é uma unidade de pesquisa subordinada à Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.

Os esforços para manutenção dessas atividades de pesquisa, mesmo em um momento conturbado da economia, resultaram, em 1987, no anúncio do domínio nacional da tecnologia para enriquecimento do urânio, pelo Presidente José Sarney (ANDRADE, 2006, p. 163).

Após ter sofrido duro golpe com os acidentes de *Three Mile Island*, em 1979, e de Chernobyl, em 1986, a partir do início do ano 2000 começa a acontecer o renascimento do setor nuclear no Brasil e no mundo. Durante o Governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, algumas políticas e planos foram elaborados visando a retomada do Programa Nuclear Brasileiro, no âmbito do Governo Federal.

Um exemplo nessa direção é a publicação da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), elaborada por determinação do Presidente Lula e lançada em 12 de maio de 2008, coordenada pelo Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior, tendo por objetivo a promoção da competitividade de longo prazo da economia brasileira, consolidando a confiança na capacidade de crescer, com maior integração dos instrumentos de política existentes, fortalecimento da coordenação entre instituições de governo e aprofundamento da articulação com o setor privado (BRASIL, 2013).

Dentre os programas dessa Política, observa-se a categoria dos Mobilizadores em Áreas Estratégicas, na qual a construção da competitividade está fortemente relacionada à superação de desafios científico-tecnológicos para a inovação, exigindo o compartilhamento de metas entre o setor privado, institutos tecnológicos e comunidade científica.

Na referida categoria está presente o Programa Energia Nuclear, que tem como objetivos a consolidação do país como importante fabricante de combustível nuclear; a participação competitiva, no suprimento de energia elétrica no país; a garantia da competência em todas as etapas de fabricação de equipamentos, no comissionamento de usinas nucleares e na produção de elementos combustíveis; a ampliação da utilização de técnicas nucleares na indústria, agricultura, medicina e meio ambiente; e o desenvolvimento da competência no gerenciamento de rejeitos radioativos (BRASIL, 2013).

Assim, a trajetória histórica da realização de pesquisas científicas, desenvolvimento tecnológico e de utilização da energia nuclear no Brasil, somada a sinalização tanto no PDP (BRASIL, 2013) como no Plano Nacional de Energia 2030, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (BRASIL, 2007), que prevê mesmo após a implantação de Angra III, a

necessidade de cerca de 4 (quatro) usinas nucleares<sup>16</sup> para geração de energia elétrica, são indicativos da importância da realização de pesquisas acadêmicas que investiguem e busquem promover a melhor compreensão sobre os processos relacionados com a proteção e segurança nuclear.

## **2.4 AS APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR**

O uso das tecnologias nucleares com propósitos pacíficos tem contribuído há décadas para a realização de atividades nos mais variados setores da vida humana. Como forma de organizar e caracterizar tais atividades é comum que essas sejam agrupadas em suas áreas de aplicação, tais como: medicina, agricultura, pesquisa, meio ambiente, indústria e geração de energia elétrica.

A Medicina Nuclear é utilizada como um importante instrumento no diagnóstico e tratamento de doenças.

No que se refere ao diagnóstico, ou radiodiagnóstico, esta é uma aplicação que se caracteriza pela utilização de radiofármacos, obtidos a partir da associação de substâncias químicas (fármacos) e radioisótopos, produzidos em reatores nucleares de pesquisa ou em aceleradores de partículas. Os radiofármacos, após serem injetados no corpo do paciente, concentram-se em órgãos e tecidos específicos, conforme as características do fármaco utilizado, passando a emitir radiação (GONÇALVES; ALMEIDA, 2005).

Tal emissão permite que um equipamento detector apropriado possa interpretar e transformar a energia recebida em imagens, que por sua vez irão proporcionar ao médico a observação da região a ser examinada.

Os radiofármacos possuem meia-vida curta, ou seja, emitem radiação por apenas alguns dias ou horas, quando então diminuem a sua atividade para níveis desprezíveis.

Os radioisótopos são empregados também em diversas terapias, principalmente no tratamento do câncer. A irradiação de células cancerosas tem o objetivo de matá-las e impedir a sua multiplicação. Para tanto, a aplicação da radiação pode ser realizada a partir de uma fonte externa ao paciente, posicionada a uma certa distância do tumor a ser tratado (Teleterapia), ou

---

<sup>16</sup> Equivalente à demanda de cerca de 4.000 MW, além da energia gerada por Angra I, II e III (BRASIL, 2007).

através da colocação de pequenas fontes em contato direto com a área do tecido a ser irradiada (Braquiterapia) (GONÇALVES; ALMEIDA, 2005).

Na agricultura a radiação é utilizada no tratamento fitossanitário das frutas frescas, permitindo prolongar a vida média das mesmas, com o emprego combinado da refrigeração com irradiação em baixas doses. Esta técnica promove a desinfecção das frutas e o controle de parasitos e pragas, viabilizando o transporte por longas distâncias. O uso da radiação na esterilização das embalagens para uso pela agroindústria no envasamento de polpas e sucos de frutas tem sido também objeto de demanda crescente (CGEE, 2010).

A utilização de radioisótopos permite a realização de pesquisas sobre processos físicos e biológicos, sendo possível, por exemplo, na alimentação animal verificar e acompanhar o metabolismo de rações e outros alimentos (GONÇALVES; ALMEIDA, 2005).

Existem também aplicações de técnicas nucleares no meio ambiente com o propósito de: medir quantidades extremamente pequenas de poluentes através da análise por irradiação com nêutrons; usar traçadores radioativos para mapear a origem de vazões de água e de contaminantes; e esterilizar lixo e dejetos orgânicos, de forma a garantir que não contenham microorganismos nocivos (GONÇALVES; ALMEIDA, 2005).

Na indústria, a radiação é utilizada de forma a aproveitar a sua capacidade de penetração em diversos materiais, que em função da variação de sua atenuação em decorrência da densidade do meio que atravessa, propicia o seu uso em medidores de nível, espessura e umidade. “Na indústria do papel, esses medidores são utilizados para garantir que todas as folhas tenham a mesma espessura (padrão de gramatura), para atender exigências de qualidade do mercado mundial [...]” (GONÇALVES; ALMEIDA, 2005, p.40).

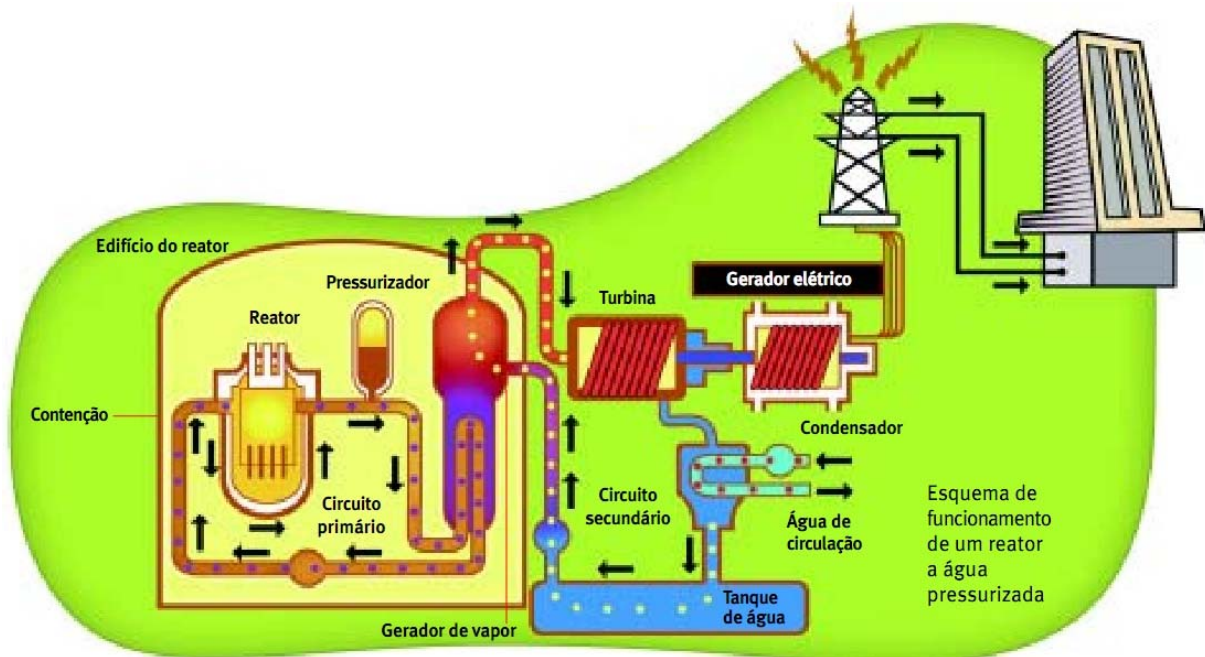
A geração de energia elétrica a partir do emprego de reatores nucleares de potência está diretamente relacionada com esta pesquisa. O Plano de Emergência Nuclear, objeto de observação desta pesquisa, visa a preparação e resposta a eventuais incidentes e acidentes nucleares em instalações industriais destinadas à geração de energia elétrica. Em função disso, essa aplicação da energia nuclear será apresentada em maior detalhe na próxima seção.

## **2.5 A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DA FISSÃO DO ÁTOMO**

As usinas termoeletricas são instalações industriais utilizadas com o propósito de produzir eletricidade a partir da energia térmica que é liberada por uma fonte de calor, seja esta

a queima do bagaço da cana-de-açúcar, do óleo diesel, do gás natural, do carvão natural ou a fissão do átomo de urânio. Para tanto, essa fonte de calor aquece uma caldeira de água para produzir vapor em alta pressão que irá mover as pás da turbina de um gerador, que, por fim, irá produzir a energia elétrica, conforme ilustrado na Figura 1.

**Figura 1:** Esquema da geração de eletricidade a partir de um reator nuclear à água pressurizada (PWR)



**Fonte:** adaptado a partir de GONÇALVES; ALMEIDA, 2005, p. 42.

A geração de energia elétrica a partir da fissão do átomo, realizada no núcleo de um reator nuclear, apresenta características semelhantes à geração em outros tipos de térmicas. No entanto, por outro lado, estas diferem no que tange às peculiaridades de suas fontes de calor e dos eventuais riscos para sociedade e meio ambiente, em decorrência da sua própria operação normal ou, eventualmente, das situações de emergência.

Um grande marco no emprego da energia nuclear para geração de energia elétrica aconteceu em março de 1939, quando os cientistas franceses Hans Von Halban, Frédéric Joliot e Lew Kowarski conseguiram calcular que a fissão de um núcleo de urânio, desencadeada pela absorção de um nêutron, resultava em média na liberação de mais três nêutrons. “Estabelecia-se, assim, a possibilidade da reação em cadeia, abrindo o caminho para os reatores nucleares e a bomba atômica” (CAMARGO, 2007, p.61).

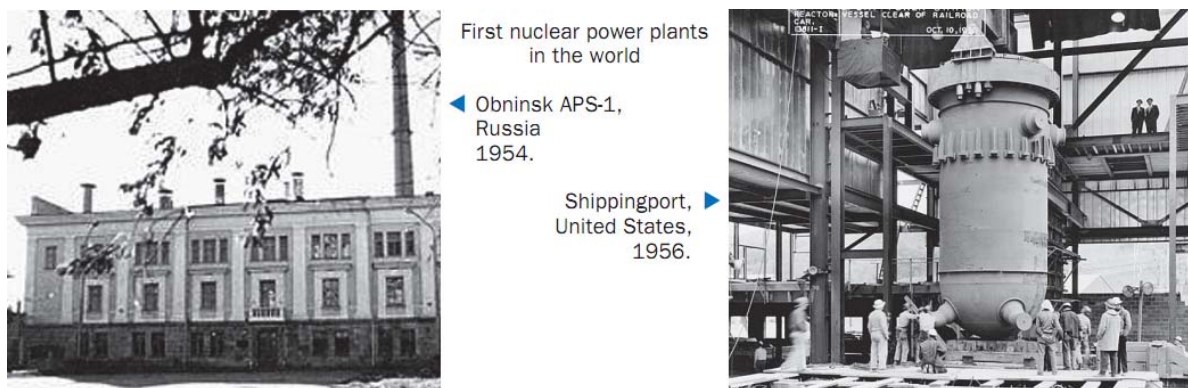
Dessa forma, é em 1942 que o físico italiano Enrico Fermi, professor da Universidade de Chicago, Estados Unidos, após liderar a construção do primeiro reator nuclear do mundo, o Chicago Pile-1, consegue produzir a primeira reação em cadeia controlada (ANDRADE, 2006).

Em 1951, o primeiro reator experimental para uso efetivo da energia nuclear para geração de energia elétrica entra em operação, em Idaho, Estados Unidos. O *Experimental Breeder Reactor* (EBR-1) gerava 200kW de eletricidade, a partir de uma potência térmica de 1.400kW, para iluminar um dos edifícios da *National Reactor Testing Station* (ALMEIDA, 2005).

Em junho de 1954, na cidade de Obninsk, perto de Moscou, na então União Soviética (URSS), a primeira usina nuclear foi conectada a uma rede elétrica para fornecer energia para residências e empresas<sup>17</sup>. Tal feito se apresenta como um importante marco para o uso intensivo da energia nuclear em aplicações civis (Figura 2).

Em 1957, a noroeste de Pittsburgh, EUA, é iniciada a operação comercial da *Shippingport Atomic Power Station*, primeira usina nuclear no mundo a produzir em grande escala energia elétrica, dedicada exclusivamente a fins pacíficos<sup>18</sup>.

**Figura 2:** As Primeiras Usinas Nucleares



**Fonte:** OCDE/AEN, 2012, p.7.

Assim, desde 1954, com o início do uso da energia do átomo para geração de eletricidade, até hoje, com a operação de cerca de 437 usinas nucleares, o mundo já acumula

<sup>17</sup> INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. **Site Institucional**. Viena, 2013. Disponível em: <<http://www.iaea.org/newscenter/news/2004/obninsk.html>>. Acesso em: 28 maio 2013.

<sup>18</sup> UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION - USNRC. **Site Institucional**. 2013. Disponível em: <<http://www.nrc.gov/>>. Acesso em: 28 maio 2013.

mais de 60 anos de experiências e conhecimentos na operação dessas usinas, seja em condições normais ou adversas.

### 2.5.1 O Ciclo do Combustível Nuclear

O combustível nuclear é um dos principais componentes das usinas nucleares, pois ao inseri-lo no interior de um reator, o urânio contido no elemento combustível libera calor devido à fissão de seus átomos, promovendo a produção do vapor que irá girar as turbinas das usinas, gerando assim energia elétrica. (INB, 2013)

O processo industrial que transforma o mineral urânio, tal como encontrado na natureza até sua utilização como combustível, dentro de uma usina nuclear, é denominado ciclo do combustível nuclear, sendo o mesmo dividido nas etapas de: **mineração**, que envolve a descoberta e avaliação econômica de uma jazida e posterior extração do minério do solo e separação do urânio de outros minerais, transformando-o em um sal de cor amarela, conhecido como *yellowcake*; **conversão**, que é a transformação do *yellowcake* ( $U_3O_8$ ) no gás hexafluoreto de urânio ( $UF_6$ ); **enriquecimento isotópico**, sendo este o processo de aumentar a concentração do Urânio $^{235}$  ( $U_{235}$ )<sup>19</sup> acima do encontrado na natureza, passando de 0,7% para cerca de 3%; **reconversão**, que é o retorno do gás  $UF_6$  ao estado sólido, sob a forma de dióxido de urânio ( $UO_2$ ); **fabricação das pastilhas**, que são produzidas a partir da compactação do  $UO_2$ ; **fabricação do elemento combustível**, composto pelas pastilhas de  $UO_2$ , montadas em tubos de uma liga metálica especial - o *zircaloy* - formando um conjunto de varetas (Figura 3); e a **geração de energia elétrica**, que é a produção de energia elétrica a partir da fissão do núcleo do átomo. (INB, 2013)

---

<sup>19</sup> O urânio 235 é o isótopo físsil, responsável pela reação em cadeia nos reatores nucleares (INB, 2013).

**Figura 3:** Montagem de um elemento combustível



**Fonte:** Adaptado a partir de INB, 2013.

As usinas nucleares brasileiras, Angra I, II e, no futuro, Angra III, fazem uso de reatores nucleares do tipo PWR, termo em inglês para reator à água pressurizada, que utilizam como combustível urânio enriquecido a cerca de 3,5% (GONÇALVES e ALMEIDA, 2005).

Os elementos combustíveis das usinas de Angra são montados em Resende, na Fábrica de Combustível Nuclear (FCN) - Componentes e Montagem, das Indústrias Nucleares do Brasil – INB, considerando duas tecnologias distintas: o modelo Westinghouse (Angra I) e o modelo Siemens (Angra II).

Para operar, Angra I utiliza 121 elementos combustíveis, já Angra II utiliza 193, cada um desses elementos combustíveis é capaz de produzir, individualmente, energia para alimentar cerca de 42.000 residências médias durante um mês (INB, 2013).

### 2.5.2 Os Tipos de Reatores Nucleares de Potência

Os reatores nucleares de potência têm como objetivo principal o aproveitamento do calor resultante da fissão do átomo para aplicação na geração de energia elétrica, propulsão naval e dessalinização, enquanto que os reatores nucleares de pesquisa têm sua aplicação voltada para produção de radioisótopos, irradiação de matérias, ensino, treinamento, dentre outras.

Esta pesquisa aborda questões relacionadas com preparação e resposta às situações de emergência na CNAEA, uma instalação composta por usinas que contém reatores nucleares de potência, utilizados na produção de energia elétrica.

A relevância de compreender, de uma forma geral, algumas das características dos variados tipos de reatores nucleares está relacionada à necessidade de ampliar a percepção sobre a diferenciação dos riscos relacionados a cada um desses reatores e o seu processo de evolução tecnológica.

As lições apreendidas a partir de acidentes em usinas nucleares precisam ser adaptadas às condições específicas de operação, considerando cada tipo de Usina.

Assim, observa-se que os reatores nucleares são, normalmente, categorizados de acordo com o tipo de refrigerante<sup>20</sup> e/ou moderador<sup>21</sup> utilizados (OCDE/AEN, 2012).

Em 2010, mais de 80% dos reatores comerciais em operação no mundo eram refrigerados e moderados à água leve, ou *Light Water Reactors* – LWRs, categoria que se subdivide em PWRs (*Pressurised water reactors*) e BWRs (*Boiling water reactors*). Os demais reatores são refrigerados à água pesada, gás e, em menor quantidade, à grafite (OCDE/AEN, 2012, p.20).

Cada tipo de reator pode englobar vários modelos diferentes, desenvolvidos por fabricantes diferentes, em épocas diferentes, de acordo com os requisitos de cada país e do grau de desenvolvimento tecnológico.

Os principais tipos de reatores nucleares de potência são:

(i) os **Reatores de Água Pressurizada (PWR)**<sup>22</sup>, que utilizam como refrigerante e moderador água comum e correspondem a cerca de 60% de todos os reatores em operação<sup>23</sup> no mundo, sendo inclusive o modelo utilizado nas usinas brasileiras. O líquido de arrefecimento é mantido em alta pressão, para mantê-lo em estado líquido, e, através do processo de transferência de calor, a água é fervida em um circuito secundário para geração de vapor, que impulsionará as turbinas geradoras de eletricidade;

---

<sup>20</sup> O líquido de arrefecimento circula através do núcleo do reator para absorver e remover o calor produzido pela fissão nuclear, mantendo assim a temperatura do combustível dentro dos limites normais (OCDE/AEN, 2012).

<sup>21</sup> O moderador é necessário na maioria dos reatores para desacelerar os nêutrons rápidos produzidos durante a fissão (OCDE/AEN, 2012).

<sup>22</sup> Tipo de reator utilizado nas usinas nucleares brasileiras.

<sup>23</sup> Incluindo a versão PWR da Federação Russa, denominada VVER.

(ii) os **Reatores de Água Fervente (BWR)**<sup>24</sup>, que tal como nos PWRs, a água comum atua como refrigerante e moderador. Porém, o líquido de arrefecimento é mantido a uma pressão mais baixa que no PWR, permitindo que a água ferva à medida que absorve o calor do reator. O vapor resultante é transferido diretamente para os geradores, responsáveis pela produção de eletricidade. Esse tipo de reator nuclear é utilizado na Central Nuclear de Fukushima Daiichi, Japão;

(iii) os **Reatores de Água Pesada Pressurizada (PHWR)**, são o terceiro tipo mais comum de reator, a maioria destes do tipo conhecido como reatores CANDU (abreviação de *Canadian Deuterium Uranium*), que usam água pesada (D<sub>2</sub>O) como refrigerante e moderador. A água pesada é um moderador mais eficaz do que a água comum, o que permite o uso do urânio natural como combustível, eliminando assim a necessidade de utilização do urânio enriquecido. Mas, por outro lado, a produção de água pesada requer o uso de instalações específicas para separação do D<sub>2</sub>O da água comum;

(iv) os **Reatores Refrigerados à Gás (GCR)**, utilizados principalmente no Reino Unido, estão entre os primeiros reatores a entrar em uso comercial e utilizam dióxido de carbono como fluido de arrefecimento e grafite como moderador. Os primeiros modelos utilizavam combustível a base de urânio natural, mas projetos posteriores passaram a usar o urânio enriquecido e;

(v) os **Reatores Refrigerados à Água Leve Moderados à Grafite (RBMK)**<sup>25</sup>, que utilizam água comum como refrigerante e grafite como moderador. O acidente de Chernobyl ocorreu em um reator do tipo RBMK (OCDE/AEN, 2012).

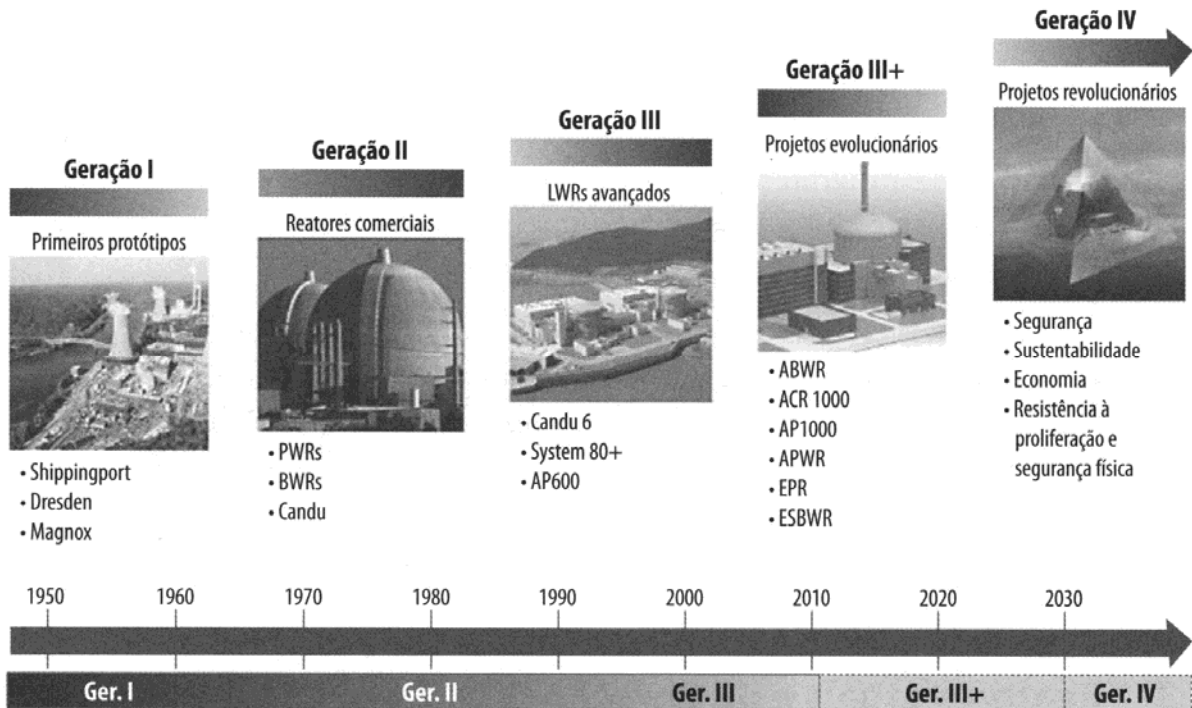
Atualmente, é comum que os tipos de reatores nucleares para produção de energia elétrica sejam categorizados em “gerações”, o que proporciona a observação dos mesmos a partir de uma perspectiva tecnológica evolucionária (Figura 4). A classificação dos tipos de reatores em gerações foi proposta inicialmente pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos ao introduzir os reatores de Geração IV (GUIMARÃES; MATTOS, 2010).

---

<sup>24</sup> Tipo de reator utilizado nas usinas de Fukushima, no Japão.

<sup>25</sup> Abreviação da denominação em Russo - *Reaktor Bolshoi Moshchnosti Kanalnye* (RBMK).

**Figura 4:** A Evolução dos Reactores Nucleares de Potência



**Fonte:** GUIMARÃES; MATTOS, 2010, p.98.

A Geração I de reatores é composta pelos protótipos construídos entre os anos de 1950 e 1960, que serviram como base de conhecimento para o desenvolvimento dos primeiros reatores comerciais, que compõem a Geração II. A Geração III é composta por reatores originários da Geração II, que incorporaram melhorias evolutivas de projeto, em áreas como tecnologia de combustível, eficiência térmica, sistemas de segurança passiva, redução de custos, maior eficiência operacional e possibilidade de extensão de uso (GUIMARÃES; MATTOS, 2010, p.98).

Para Guimarães e Mattos (2010), os projetos evolucionários, ou Geração III+, serão baseados em projetos já existentes com a incorporação de experiências operacionais na interação homem-máquina, na confiabilidade de componentes e nas melhorias de segurança e economia. Os projetos evolutivos apresentam maior atenção para perigos externos, melhoria nas salas de controle e a atualização da instrumentação e sistemas de controles para uso de sistemas digitais (GUIMARÃES; MATTOS, 2010, p.99).

No século XXI, a economia, a segurança, a resistência à proliferação e a proteção ambiental, são os fatores que devem influenciar o desenvolvimento da nova geração de sistemas nucleares de energia. Neste sentido, os reatores da Geração IV estão sendo desenvolvidos para uso de combustíveis avançados, produzidos a partir da reciclagem dos combustíveis utilizados nos reatores atuais, reduzindo a carga ambiental e a gestão de rejeitos altamente radioativos (GUIMARÃES; MATTOS, 2010).

### 2.5.3 As Centrais Nucleares no Mundo e o Meio Ambiente

A decisão pela implantação de usinas nucleares no mundo tem sido influenciada ao longo da história por fatores sociais, econômicos, políticos e ambientais.

Em especial, no que se refere às questões ambientais, a necessidade de reduzir em escala planetária a concentração de gases causadores do efeito estufa para níveis entre 450 ppm e 550 ppm, de acordo com o IV Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudança Climática – IPCC, tem sido um argumento bastante utilizado pelos defensores de um maior uso da energia nuclear para geração de energia elétrica, em particular nos países onde são escassos os recursos naturais para manutenção de outras fontes de energia.

Com relação à geração de energia elétrica de fonte nuclear, existe o consenso quanto à necessidade da contribuição dessa tecnologia para fazer frente aos desafios da redução das emissões de CO<sub>2</sub>. Entretanto, o grau de participação, e conseqüentemente as projeções, divergem bastante, dependendo do organismo que as elabora (GUIMARÃES; MATTOS, 2010, p.49).

Além disso, o avanço dos projetos voltados para o desenvolvimento de reatores mais seguros tem se apresentado como uma proposta de solução para a redução dos riscos e conseqüente dissipação das pressões sociais contra essa fonte energética, particularmente, após o impacto causado pelo acidente de Chernobyl em 1986.

Até certo ponto, a melhoria na segurança desses reatores, a necessidade de reduzir as emissões de gases estufa e dificuldades em estimular o uso de fontes alternativas viáveis, do ponto de vista técnico-econômico, contribuíram para a existência, em fevereiro de 2012, de 437 reatores nucleares em operação no mundo e mais 63 outros em construção (WEC, 2011, p.18).

É interessante observar que cerca de 66% das usinas nucleares em construção estão localizados na China (26 reatores), Rússia (10 reatores) e Índia (7 reatores), países emergentes,

participantes do BRICs<sup>26</sup> e do grupo de maiores emissores mundiais de gases estufa. Nesse sentido, é importante lembrar que esses países já declararam a continuidade dos seus respectivos programas nucleares, mesmo após o acidente de Fukushima em 2011, apesar de países como Alemanha, Itália e Suíça terem optado pela suspensão dos mesmos (WEC, 2011).

A Agência de Energia Nuclear – AEN (NEA, sigla em inglês), órgão da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), destaca o importante papel das usinas nucleares na redução da quantidade de emissões de gases de efeito estufa produzidos pelo setor elétrico nos últimos 40 anos.

Sem energia nuclear, as emissões de dióxido de carbono das usinas de geração de energia da OCDE seriam cerca de um terço maior do que são hoje. Essa é uma economia anual de cerca de 1.200 milhões de toneladas de dióxido de carbono, ou cerca de 10% do total das emissões de CO<sub>2</sub> do uso de energia nos países da OCDE (OCDE/AEN, 2002, p.7).

Em que pese as discussões e controvérsias sobre o emprego da energia nuclear para geração de energia elétrica, de fato existe hoje no mundo uma quantidade significativa de usinas nucleares em operação, além da possibilidade de conclusão de novas unidades em médio prazo, cabendo, portanto, especial atenção para a necessidade de compreensão dos processos relacionados à preparação e resposta a emergências nucleares, como forma de contribuir para o eventual aperfeiçoamento dos planos de emergência de cada uma dessas usinas.

Por outro lado, os impactos socioambientais específicos causados pela construção e operação normal de uma usina nuclear diferem conforme o tipo de usina, a tecnologia de combustível empregado, as condições do sítio e das práticas de gerenciamento empregadas pela operadora.

É preciso também considerar que os impactos causados pelo uso da energia nuclear são distintos daqueles causados pelas usinas termoelétricas convencionais, visto que potenciais impactos oriundos de condições de acidentes de baixa probabilidade devem ser também considerados, assim como as medidas a serem tomadas em caso de acidentes, como a implantação de planos de evacuação da população, inclusive com treinamento periódico (BRASIL, 2007a).

[...] a probabilidade de um acidente severo com uma usina nuclear moderna projetada no ocidente (tipo Angra II e III), com a liberação de

---

<sup>26</sup> Sigla cunhada por Jim O'Neill em um estudo de 2001 intitulado "*Building Better Global Economic BRICs*". É um acrônimo para Brasil, Rússia, Índia e China. Esses países se destacaram no cenário mundial pelo rápido crescimento das suas economias em desenvolvimento.

produtos radioativos para o exterior, é extremamente baixa, da ordem de  $10^{-6}$ , duas ordens de grandeza inferior à probabilidade de rompimento de uma barragem de uma usina hidroelétrica ( $10^{-4}$ ) (BRASIL, 2007a, p.117).

Há de ser considerado que apesar de acidentes em usinas nucleares, como o de Chernobyl, apresentarem consequências graves para a população e o meio ambiente, acidentes em outras instalações energéticas e indústrias podem também apresentar impactos significativos.

Esta pesquisa ganha uma outra dimensão se a mesma for observada como uma oportunidade para aprendizagem e geração de conhecimento em outros setores energéticos e industriais a partir da experiência do setor nuclear na construção e aperfeiçoamento da preparação e resposta às situações de emergência, de forma a reduzir possíveis impactos para a sociedade e o meio ambiente.

Sendo assim, é relevante lembrar o acidente em indústria química em Bhopal, Índia, em 1984, que provocou cerca de 3.000 mortes imediatas e centenas de milhares de efeitos sobre a saúde humana, como também o escape de gás em um gasoduto nos Urais que causou 500 mortes imediatas e o acidente com o petroleiro Exxon Valdez, em 1989, no Alasca, com graves consequências ao meio ambiente.

O rompimento de barragens também tem causado milhares de mortes, sendo exemplos os acidentes com as barragens de Varont na Itália e Gujarat e Orissa na Índia, cada uma delas causando milhares de mortes, além do rompimento de duas barragens na China, em 1975, que causaram a morte de cerca de 26.000 pessoas (BRASIL, 2007a).

#### 2.5.4 Os Acidentes em Usinas Nucleares

Os questionamentos sobre a utilização de tecnologia nuclear para geração de energia elétrica estão em grande parte associados à possibilidade de acidentes severos<sup>27</sup> em usinas nucleares, que quando ocorrem colocam em risco pessoas e o meio ambiente, em função da possibilidade de exposição a elevadas doses de radiação.

---

<sup>27</sup> Acidente Severo - acidente que excede as bases de projeto e que acarreta falhas em estruturas, sistemas ou componentes, impedindo dessa forma a refrigeração do núcleo do reator, conforme projetado, levando a uma degradação significativa do mesmo (CNEN-NE-1.26, 1997).

No entanto, considerando que esta pesquisa não tem como objetivo investigar questões e motivações que antecedem a tomada de decisão sobre o uso, ou não, da energia nuclear para geração de energia elétrica, mas, sim, questões relacionadas com a preparação e a resposta a situações de emergência em uma central nuclear, cabe aqui apenas aprofundar e apresentar cenários de acidentes nesse tipo de instalação industrial.

Assim, nesta seção serão apresentados alguns dos principais acidentes em usinas nucleares, que por mais preocupantes e complexos que esses possam ter sido, tiveram e ainda têm um papel importante no que se refere à aprendizagem e a adoção de inovações nesse setor.

Os principais acidentes em usinas nucleares foram os de *Three Mile Island* nos Estados Unidos, em 1979; de Chernobyl, na antiga União Soviética, em 1986; e, recentemente, Fukushima no Japão, em 2011.

#### **a) O Acidente de *Three Mile Island***

A Central Nuclear de *Three Mile Island* (TMI) foi construída próxima a Harrisburg, na Pensilvânia, Estados Unidos, contendo duas usinas com reatores de água pressurizada (PWR). A unidade TMI-2, com potência de 906 MWe, operava com 97% de sua potência quando o acidente ocorreu<sup>28</sup>.

O acidente de *Three Mile Island* aconteceu em março de 1979, meses após o início da operação comercial da unidade TMI-2, tendo sido provocado por problema em equipamento e erro na operação do reator. Uma falha nas bombas de água que alimentavam o gerador de vapor, circuito secundário, desarmou a turbina-gerador e, em seguida, levou o reator a desligar automaticamente (ANDRADE, 2006, p.152).

Imediatamente, a pressão no circuito primário, porção nuclear da instalação, começou a aumentar. A fim de controlar a pressão, a válvula de descarga localizada na parte superior do pressurizador foi aberta. A válvula deveria ter fechado quando a pressão caiu para níveis adequados, mas permaneceu presa na posição aberta. Instrumentos na sala de controle, no entanto, indicaram para os operadores da instalação que a válvula estava fechada, assim, eles não tinham conhecimento de que a água de resfriamento estava saindo pela válvula. Com o líquido refrigerante fluindo a partir do sistema primário, através da válvula, outros instrumentos

---

<sup>28</sup> WORLD NUCLEAR ASSOCIATION – WNA. Site Institucional. Disponível em: <<http://www.world-nuclear.org>>. Acesso em: 16 jul. 2013.

disponíveis para os operadores do reator passaram a fornecer informações equivocadas (USNRC, 2004).

Essas informações equivocadas levaram os operadores a desligarem a bomba de água que alimentava o sistema, tendo como consequência a elevação da temperatura no núcleo do reator. As varetas do elemento combustível fundiram, liberando hidrogênio e acentuando o aquecimento. A tubulação do circuito primário rompeu fazendo com que milhões de litros de água radioativa vazassem para dentro do prédio do reator. Além disso, gases radioativos foram liberados para atmosfera através de válvulas de segurança (ANDRADE, 2006, p.152).

O acidente em TMI-2 foi o mais grave da história da operação comercial de usinas nucleares nos Estados Unidos. E, mesmo a comissão reguladora nuclear americana (USNRC) tendo declarado na ocasião que as liberações radioativas não causaram efeitos detectáveis sobre a saúde de trabalhadores ou do público, esse acidente promoveu mudanças importantes no que se refere ao planejamento de resposta a emergências, treinamento de operadores do reator, proteção radiológica, e muitas outras áreas de operação de usinas nucleares nos EUA e no mundo<sup>29</sup>.

Classificado como nível 5 na Escala Internacional de Eventos Nucleares (INES, sigla em inglês) da Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA (IAEA, sigla em inglês), que estabelece grau 1(um) para os acidentes com menor gravidade e 7 (sete) para os de maior, o acidente em TMI-2, segundo Andrade (2006), impactou duramente a confiabilidade da indústria nuclear americana, contribuindo naquele momento para o adiamento da construção de novas usinas nucleares nos Estados Unidos e em países da Europa.

## **b) O Acidente de Chernobyl**

Em 26 de abril de 1986, a unidade 4 da Central Nuclear de Chernobyl, localizada a 100 km ao norte de Kiev, na Ucrânia, à época parte da União Soviética, protagonizou o acidente mais destrutivo da história da indústria nuclear mundial (IAEA, 2008), classificado como sendo de nível 7 na escala INES<sup>30</sup>.

---

<sup>29</sup> UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION - USNRC. Site Institucional. 2013. Disponível em: <<http://www.nrc.gov/>>. Acesso em: 28 maio 2013.

<sup>30</sup> Escala Internacional de Eventos Nucleares (INES, sigla em inglês). Disponível em: <<https://www.iaea.org/Publications/Factsheets/English/ines.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2014.

Com instrumentação mais antiga que TMI, o acidente de Chernobyl, segundo Almeida (2005, p. 279) mostrou que a operação de centrais nucleares na antiga União Soviética não observava os procedimentos necessários para garantir a sua operação segura.

As investigações mostraram que haviam sido desprezados eventos anteriores de ruptura de tubulação como ocorridos em 1975, em São Petersburgo (Leningrado), e em 1982, em Chernobyl, e que um programa de provas havia sido iniciado sem a devida preparação e programação (ALMEIDA, 2005).

O incêndio no reator da unidade 4 de Chernobyl durou 10 dias e resultou em uma liberação sem precedentes de material radioativo, contaminando mais de 200.000 km<sup>2</sup> do território europeu, adjacentes a Bielorrússia, a Federação Russa e Ucrânia (IAEA, 2008). Essa contaminação foi decorrente de uma nuvem radioativa de 100 milhões de curies, nível de radiação 6 milhões de vezes maior do que escapara no acidente de *Three Mile Island* (ANDRADE, 2006, p.176).

Segundo Andrade (2006), as versões sobre as causas do acidente são contraditórias, sendo atribuídas a: violações de regras de manutenção da usina com objetivo de realização de testes; defeito do projeto do reator RBMK, que não previa a possibilidade de infração das normas de segurança; fragilidade das barras de controle; falta de treinamento dos operadores e de fiscalização.

Alguns números compilados sobre o acidente de Chernobyl destacam consequências (IAEA, 2008), tais como: cerca de 50 membros das equipes de resgate de emergência no local do acidente morreram, em função da síndrome aguda das radiações em 1986 ou devido a outras doenças nos anos seguintes; cerca de 4.000 crianças e adolescentes contraíram câncer de tireoide por ingestão de leite contaminado e outros alimentos, 15 dessas crianças morreram; a partir da modelagem estatística das doses de radiação recebidas pelos trabalhadores e moradores da região, foi estimado um total de 4.000 mortes decorrentes do acidente de Chernobyl; o acidente afetou terras cultiváveis, florestas, rios, peixes e animais selvagens, além de centros urbanos, sendo que nos três países mais afetados, cerca de 800.000 hectares de terras agrícolas se tornaram inservíveis para o plantio e a produção de madeira foi interrompida em cerca de 700.000 hectares de floresta.

O acidente de Chernobyl teve inúmeras consequências negativas imediatas e de longo prazo para a população e o meio ambiente. Ao apresentar impactos psicossociais e econômicos

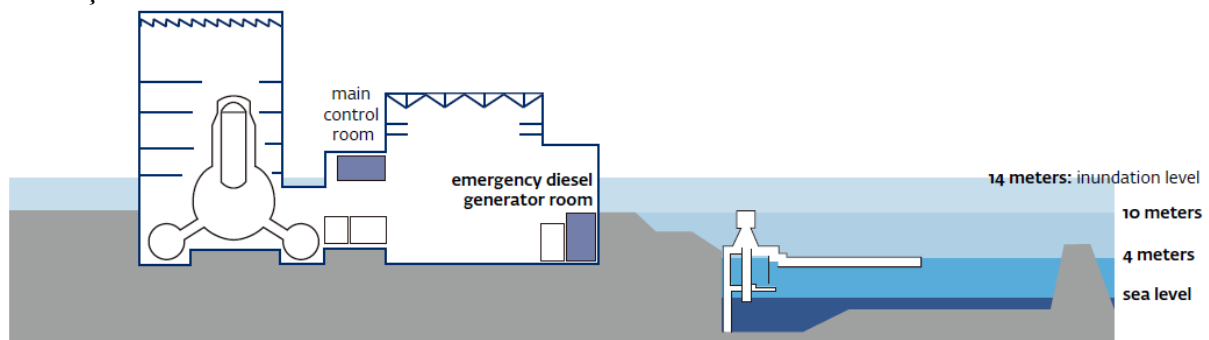
substanciais para as populações afetadas influenciou a percepção negativa sobre a indústria nuclear no mundo (IAEA, 2008).

### c) O Acidente de Fukushima

Em 11 de março de 2011 um forte terremoto, de cerca de 8,9 graus na escala Richter, atingiu o Japão, tendo como consequência um *tsunami* que devastou a região de Fukushima, localizada a 240 km de distância da capital Tóquio, deixando cerca de 20.000 pessoas mortas ou desaparecidas, além de atingir a área da Central Nuclear Fukushima Daiichi, composta por seis usinas nucleares com reatores de água fervente (BWR, sigla em inglês), mantidos pela *Tokyo Electric Power Company* (TEPCO).

Apesar da Central ser protegida por uma barreira projetada para conter um *tsunami* de até 5,7 metros de altura, aproximadamente 15 minutos após o terremoto, a Central foi atingida por uma onda de cerca de 14 metros (IAEA, 2011), conforme Figura 5.

**Figura 5:** Secção transversal da planta de Fukushima Daiichi, mostrando o nível de inundação



**Fonte:** NAIIC, 2012, p.14.

No momento do terremoto, as unidades 1, 2 e 3 da central nuclear estavam em operação normal, e as unidades de 4, 5 e 6 estavam sendo submetidas a inspeções periódicas.

Em função disso, um desligamento de emergência foi iniciado nas unidades 1, 2 e 3 imediatamente após o início da atividade sísmica (NAIIC, 2012).

Os tremores sísmicos danificaram instalações de transmissão de energia, resultando em uma perda total de energia elétrica *off-site*. O *tsunami* causado pelo terremoto inundou e destruiu totalmente os geradores de emergência, movidos à diesel, as bombas de refrigeração da água do mar, o sistema de fiação elétrica, resultando em perda de toda energia elétrica, exceto por um gerador diesel de emergência para resfriamento na unidade 6.

Os danos causados pela inundação e pelo terremoto impediram também a chegada da assistência que deveria vir de outras regiões (NAIIC, 2012).

Com classificação 7 ("Acidente grave") na Escala Internacional de Eventos Nucleares, o acidente de Fukushima deverá ser, tal como os acidentes anteriores, uma oportunidade para o aprendizado e motivação para inovações em várias áreas relacionadas ao projeto, construção e operação de usinas nucleares, apesar dos impactos econômicos e sociais inerentes a esse tipo de acidente.

Essa percepção pode ser ilustrada pela missão preliminar de especialistas da AIEA, realizada no Japão no período de 24 de maio a 01 de junho de 2011, com o objetivo de realizar avaliações preliminares, identificar lições iniciais a serem aprendidas com o acidente de Fukushima e compartilhar essas informações com a comunidade nuclear japonesa e mundial, possibilitando a melhoria da segurança nuclear (IAEA, 2011).

Os principais resultados preliminares e lições aprendidas observadas por esses especialistas, foram que: **(i)** o risco de *tsunami* foi subestimado; **(ii)** os projetistas e operadores nucleares devem avaliar de forma adequada e fornecer proteção contra os riscos de ocorrência de qualquer evento natural, devendo atualizar periodicamente essas avaliações e metodologias à luz de novas informações, experiências e conhecimentos; **(iii)** a defesa em profundidade, a separação física, e os requisitos de redundância devem ser aplicados para eventos externos, tais como inundações extremas; **(iv)** os sistemas regulatórios nucleares devem abordar eventos externos extremos de forma adequada; **(v)** combinações de eventos externos extremos de longa duração devem ser adequadamente previstos no projeto, operação, recursos e medidas de emergência; e **(vi)** dispositivos de emergência, especialmente para as fases iniciais, devem ser projetados para serem robustos na resposta a acidentes severos.

Esse tipo de avaliação pós-acidente contribui para todo um ciclo de planejamento e atividades com o intuito de aprimorar as medidas de segurança das instalações nucleares, inclusive a preparação e resposta à emergência.

Nesse sentido, o acidente em uma usina nuclear teria a capacidade de promover, em algum grau, uma remodelagem da percepção do risco relacionado com a adoção da tecnologia nuclear. Essa nova percepção pós-acidente impulsionaria o esforço e o desenvolvimento de um novo ciclo de aprimoramento, com reflexos em processos de aprendizagem, inovação e comunicação dentro do sistema de preparação e resposta à emergência nuclear.

## 2.6 A PROTEÇÃO RADIOLÓGICA E A SEGURANÇA NUCLEAR

De forma simplificada, pode-se dizer que a área de regulação nuclear se desdobra em dois segmentos: proteção radiológica e segurança nuclear, que se desenvolvem de forma quase autônoma, mas que mantêm algum grau de inter-relacionamento.

- A proteção radiológica, ou radioproteção, é representada por um conjunto de medidas que visam proteger o ser humano e o meio ambiente de possíveis efeitos indesejados causados pela radiação ionizante (CNEN-NN-3.01, 2011) e, para tanto, lida com técnicas, teorias e práticas com o intuito de conhecer os efeitos negativos reais ou potenciais dessas radiações (ALMEIDA, 2005).
- A segurança nuclear é o conjunto de medidas incluídas no projeto, na construção, na manutenção e na operação de uma instalação nuclear, visando evitar a ocorrência de acidente ou minimizar as suas consequências (CNEN-NE-1.04, 2002). Para tanto, lida com técnicas, teorias e práticas com o objetivo de assegurar que tais sistemas que trabalham com fontes de radiação possam atuar de forma segura (ALMEIDA, 2005).

Os principais conceitos internacionalmente aceitos na área de radioproteção e segurança nuclear são formulados a partir das discussões e trocas de experiências realizadas no âmbito da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), com a participação de representantes dos estados-membros. A resultante dessas atividades é materializada em publicações realizadas pela AIEA, que são um importante meio para difusão dos conhecimentos e recomendações para o setor nuclear internacional.

### 2.6.1 A Agência Internacional de Energia Atômica

A Agência Internacional de Energia Atômica - AIEA é um órgão independente da Organização das Nações Unidas (ONU), criada com o objetivo de acelerar e ampliar a contribuição da energia atômica para a paz, saúde e prosperidade mundial.

Nesse sentido, implementa meios para assegurar que as suas atividades de auxílio, supervisão e controle não sejam realizadas de forma a promover qualquer objetivo militar pelos países membros<sup>31</sup>.

---

<sup>31</sup> INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. **Site Institucional**. Viena, 2013. Disponível em: <<http://www.iaea.org/About/statute.html#A1.2>>. Acesso em: 28 maio 2013.

O marco de criação da AIEA é atribuído ao discurso realizado pelo Presidente dos Estados Unidos da América, Dwight D. Eisenhower, na Assembléia Geral das Nações Unidas, em Nova Iorque, no dia 8 de dezembro de 1953, apesar de vários dos pensamentos apresentados naquele momento terem raízes que o antecedem (FISCHER, 1997).

O discurso “Átomos para Paz”, de Eisenhower, foi realizado tendo como cenário o início da Guerra Fria, a perda para a União Soviética da supremacia sob o domínio da tecnologia nuclear e a necessidade do governo americano diminuir as restrições impostas às atividades industriais de capital privado no setor nuclear, de forma a acelerar a inovação tecnológica para aumento da competitividade (ANDRADE, 2006).

Nesse contexto, o presidente americano sugere que a ONU patrocine iniciativas voltadas à aplicação da energia nuclear para fins pacíficos, sendo este, segundo Andrade (2006, p.77), um bom pretexto para atender aos interesses das indústrias fornecedoras de insumos e materiais para o setor nuclear, proporcionando a formação de alianças em outros continentes e regiões geopolíticas. Para tanto, foram flexibilizadas as rígidas normas da *Atomic Energy Commission*, com a revisão da Lei McMahon em 1954 e a ampliação da cooperação internacional de forma a incentivar o uso da energia do átomo.

No entanto, as ideias sobre a criação de uma agência internacional somente se consolidaram em 1956, após a aprovação do estatuto da AIEA, de forma unânime, pelas oitenta e uma nações participantes da ONU e, posteriormente, com a inauguração da sua sede em Viena, na Áustria, em 29 de julho de 1957 (ANDRADE, 2006).

Nesse ano, faziam parte da AIEA cinquenta e seis estados-membros, dentre os quais se encontrava o Brasil, tendo sido incorporadas outras nações ao longo do tempo. Atualmente, participam da AIEA cento e cinquenta e nove estados-membros que discutem e definem as políticas e programas da Agência<sup>32</sup>.

Assim, a AIEA surge para incentivar e apoiar a pesquisa, o desenvolvimento e a aplicação prática da energia atômica para fins pacíficos em todo o mundo e, para tal, busca colaborar com os estados-membros através do atendimento às necessidades de equipamentos e serviços, além de promover o intercâmbio de informações técnico-científicas sobre os usos pacíficos da energia nuclear.

---

<sup>32</sup> INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. **Site Institucional**. Viena, 2013. Disponível em: <<http://www.iaea.org/About/Policy/MemberStates/>>. Acesso em: 28 maio 2013.

A AIEA também estabelece e administra salvaguardas nucleares de forma a evitar que materiais físséis, sobre os quais possua supervisão e controle, sejam utilizados com propósito militar<sup>33</sup>.

Os principais conceitos internacionalmente aceitos sobre radioproteção e segurança nuclear estão publicados em documentação produzida pela AIEA, como resultado das discussões e da experiência dos estados-membros (ALMEIDA, 2005, p.154).

Esse conhecimento explicitado em material de referência é, normalmente, utilizado como base para as normativas e ações nacionais na área nuclear, inclusive com aplicação em instalações nucleares para produção de energia elétrica e na sua organização para preparação e resposta a uma eventual emergência.

#### 2.6.2 Da Origem à Atualidade: O Órgão Regulador Nuclear Brasileiro

A estruturação de um órgão regulador brasileiro para tratar especificamente das questões nucleares tem sua origem na década de 1950, inicialmente, como resultado de vários debates no âmbito do Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq, que mantinham em lados diametralmente opostos os defensores da manutenção da missão original do CNPq de desenvolver a ciência e executar a política nuclear e os que advogavam pela criação de um órgão específico para tratar o tema nuclear, pensamento liderado pelo Almirante Álvaro Alberto (ANDRADE, 2006, p.59).

Em janeiro de 1955 é criada no âmbito do CNPq a Comissão de Energia Atômica (CEA), à qual foi atribuída a missão de propor todas as “medidas que julgar necessárias à utilização da energia atômica, inclusive aquisição, transporte, guarda e transformação da respectiva matéria-prima e pôr em execução as que, com o mesmo objetivo, forem aprovadas pelo Conselho Deliberativo” (CNPq, 1956 apud ANDRADE, 2006, p.61).

Em 1956, devido a problemas na área nuclear que mobilizavam a sociedade, foi instaurada uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) na Câmara dos Deputados. A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) promoveu um Simpósio sobre a Utilização da Energia Nuclear para Fins Pacíficos no Brasil e o engenheiro Dagoberto Salles,

---

<sup>33</sup> Idem.

Deputado Federal pelo PSD de São Paulo, apresentou ao Congresso Nacional o projeto para a criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear (ANDRADE, 2006, p.64).

Nesse cenário, em 10 de outubro de 1956, o Presidente Juscelino Kubitschek assina o Decreto Nº 40.110<sup>34</sup> que institui a Comissão Nacional de Energia Nuclear, diretamente subordinada à Presidência da República, cabendo a esta a promoção e execução da Política de Energia Nuclear Brasileira.

Contudo, essa comissão composta por cientistas, militares e políticos preocupados com o uso estratégico da energia nuclear, segundo Almeida (2005, p.180), ainda não tinha como objetivo as atividades de regulação ligadas à segurança e radioproteção, funções estabelecidas com a criação de uma autarquia federal, em 1962, que manteve a mesma denominação.

A Lei nº 4.118<sup>35</sup>, de 27 de agosto de 1962, sancionada pelo Presidente João Goulart, além de abordar outras questões da política nacional de energia nuclear, cria também a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, tendo entre suas atribuições o estabelecimento de regulamentos e normas de segurança relativas ao uso das radiações e dos materiais nucleares e sua respectiva fiscalização.

Compete à CNEN estabelecer diretrizes específicas para radioproteção e segurança nuclear, expedir normas e regulamentos, licenciar e fiscalizar a indústria nuclear voltada para a geração de energia elétrica, bem como as atividades da indústria relativas aos minérios nucleares, controlar o comércio de materiais nucleares e autorizar e fiscalizar a construção e a operação de instalações radiativas, assim como, a promoção da energia nuclear para uso pacífico (ALMEIDA, 2005, p.180).

Para cumprir tais atribuições, a CNEN é constituída por um órgão colegiado (Comissão Deliberativa) e por órgãos executivos (Presidência, Diretorias, Institutos, Coordenações Gerais, Centros Regionais e Distritos), além de ter a função de controladora das Indústrias Nucleares do Brasil S.A. - INB e Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. - NUCLEP (CNEN, 2013, p.13).

Dentro dessa estrutura, compete à Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear (DRS) o planejamento, coordenação, regulamentação e supervisão da execução das atividades

---

<sup>34</sup> DECRETO Nº 40.110, DE 10 DE OUTUBRO DE 1956. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=111208>>. Acesso em: 24 jun. 2013.

<sup>35</sup> LEI Nº 4.118, DE 27 DE AGOSTO DE 1962. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4118.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4118.htm)>. Acesso em: 24 Jun. 2013.

de licenciamento e inspeção de instalações nucleares e radiativas, inspeção de indústrias de mineração e de beneficiamento de minérios contendo urânio e tório, segurança nuclear; radioproteção, emergências radiológicas e nucleares, gerência de depósitos e transporte de rejeitos radioativos, salvaguardas nucleares, proteção física, controle de materiais nucleares e radioativos e de minérios de interesse nuclear e certificação da qualificação de profissionais do setor (CNEN, 2013, p.13).

Sendo, portanto, o setor da CNEN responsável pelo licenciamento nuclear e fiscalização da Central Nuclear Brasileira, realizando ações para garantia da implementação de medidas de segurança nuclear e proteção radiológica dos trabalhadores, do público e do meio ambiente, incluindo a aprovação do Plano de Emergência Local da CNAEA, de observância obrigatória pela operadora da Central. À DRS/CNEN compete também orientar e colaborar tecnicamente com o órgão encarregado do Plano de Emergência Externo, sob a responsabilidade da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro<sup>36</sup>.

### 2.6.3 O Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro

O Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON) foi inicialmente instituído em 1980 através do Decreto-Lei nº 1.809<sup>37</sup>, sendo, no mesmo ano, regulamentado pelo Decreto nº 85.565<sup>38</sup>.

Esses instrumentos legais atribuíram ao SIPRON a responsabilidade por assegurar o planejamento integrado, a coordenação de ações conjuntas e a execução continuada de providências com o intuito de atender às necessidades de segurança do Programa Nuclear Brasileiro (PNB) e de seu pessoal, bem como da população e do meio ambiente a esse relacionados. Para tanto, foi definido que as necessidades do PNB seriam atendidas a partir da aplicação de medidas nos setores de: (a) proteção da população nas situações de emergência;

---

<sup>36</sup> Conforme Portaria MCT nº 305, de 26 de abril de 2010. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=224730>>. Acesso em: 24 abr. 2013.

<sup>37</sup> Decreto-Lei nº 1.809, de 7 de outubro de 1980. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1965-1988/De1809impressao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/De1809impressao.htm)>. Acesso em: 24 abr. 2013.

<sup>38</sup> Decreto nº 85.565, de 18 de dezembro de 1980. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-85565-18-dezembro-1980-435028-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 5 maio 2014.

(b) segurança e saúde do trabalhador; (c) proteção do meio ambiente; (d) proteção física; (e) salvaguardas nacionais; (f) segurança nuclear; (g) radioproteção; e (h) inteligência.

Naquele momento, o SIPRON já fora constituído por um conjunto de organizações públicas (federais, estaduais e municipais) e privadas, tendo como Órgão Central a então Secretaria-Geral do Conselho de Segurança Nacional da Presidência da República.

Em setembro de 1988, o Decreto nº 96.775<sup>39</sup> transfere para o Exército Brasileiro a responsabilidade pelo planejamento e execução das ações de evacuação da população e de controle das situações de emergência decorrentes de acidentes nucleares ou radiológicos, contando com a cooperação dos demais órgãos de apoio ao SIPRON.

Em abril de 1997, o Decreto nº 2.210<sup>40</sup> detalha e aprimora a estrutura do Sistema<sup>41</sup>, incorporando novos órgãos participantes (Figura 6) e atribuindo suas competências. Além disso, apresentou também várias definições relevantes para o contexto desta pesquisa, entre estas:

(a) Plano de Emergência, um conjunto de medidas a serem implementadas em caso de situação potencial e/ou real de acidente;

(b) Segurança Nuclear, conjunto de medidas preventivas de caráter técnico incluídas no projeto, na construção, na manutenção e na operação de uma Unidade Operacional do SIPRON, destinadas a evitar a ocorrência de acidente ou a atenuar o efeito desse e;

(c) Situação de Emergência, a situação anormal de um projeto ou atividade do PNB que, a partir de um determinado momento, foge ao controle planejado e pretendido pelo órgão encarregado de sua execução, demandando a implementação do Plano de Emergência.

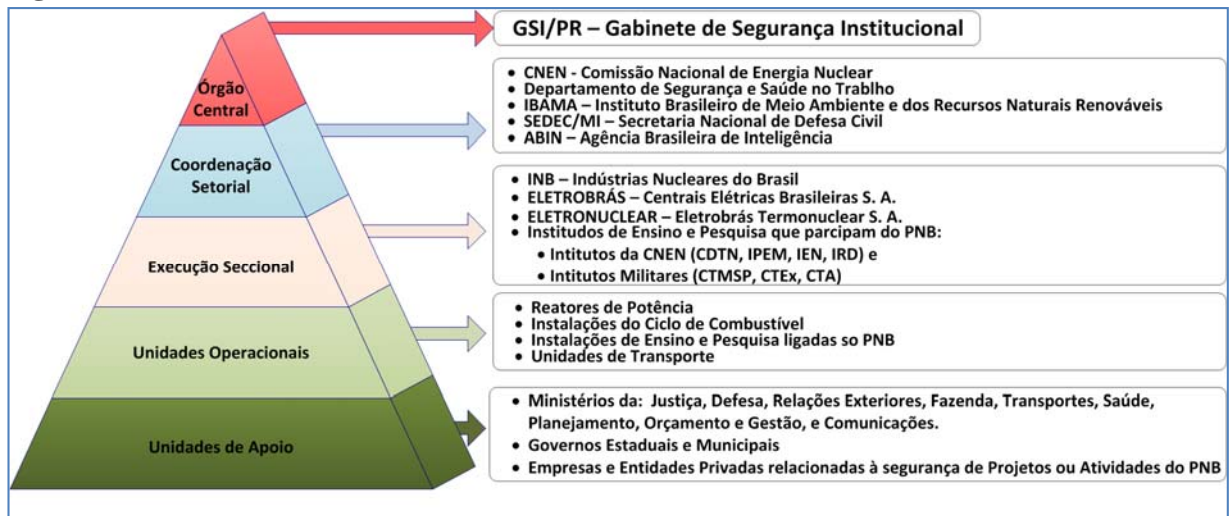
Esse mesmo Decreto atribui à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República a competência para exercer as atividades de Órgão Central do Sistema.

---

<sup>39</sup> Decreto nº 96.775, de 27 de setembro de 1988. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaTextolntegral.action?id=210016&norma=223260>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

<sup>40</sup> Decreto nº 2.210, de 22 de abril de 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1997/D2210.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1997/D2210.htm)>. Acesso em: 24 abr. 2013.

<sup>41</sup> Revogando o Decreto nº 623, de 04 de Agosto de 1992, que por sua vez revogou o Decreto nº 85.565, de 18 de dezembro de 1980.

**Figura 6:** A Estrutura do SIPRON

**Fonte:** SIPRON, 2013

Durante o período em que a Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE) exerceu a função de Órgão Central do SIPRON, foram publicadas algumas normas gerais<sup>42</sup> sobre o funcionamento do próprio SIPRON e relativas à atuação em situações de emergência nuclear, sendo essas:

- NG 01 – Norma Geral para Funcionamento da Comissão de Coordenação da Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro – COPRON (Reservada);
- NG 02 – Norma Geral para Planejamento da Resposta a Situações de Emergência (Reservada);
- NG 03 – Norma Geral sobre a Integridade Física e Situações de Emergência nas Instalações Nucleares (Reservada);
- NG 04 – Norma Geral para Situações de Emergência nas Unidades de Transporte (Reservada);
- NG-05 - Norma Geral para o Estabelecimento das Campanhas de Esclarecimento Prévio e de Informações ao Público para uma Situação de Emergência;
- NG-06 - Norma Geral para Instalação e Funcionamento dos Centros Encarregados da Resposta a uma Situação de Emergência Nuclear;

<sup>42</sup> Normas Gerais do SIPRON. Disponível em: <<http://sipron.planalto.gov.br/legislacao/normas/gerais>>. Acesso em: 24 jun. 2014.

- NG-07 - Norma Geral para o Planejamento das Comunicações do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON); e
- NG-08 - Norma Geral para o Planejamento e a Execução da Proteção ao Conhecimento Sigiloso.

Em novembro de 1997, a SAE, através da Portaria nº 144<sup>43</sup>, aprovou as “Diretrizes para Elaboração dos Planos de Emergência Relativos à Unidade 1 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Diretrizes Angra 1”, estabelecendo várias atribuições, dentre essas as quais as relacionadas à elaboração dos planos de emergência, a saber:

(a) Plano para Situações de Emergência (PSE), elaborado pela CNEN, devendo conter as recomendações e os parâmetros técnicos que irão orientar os planejamentos dos órgãos envolvidos nas ações de proteção e segurança na área de influência da CNAEA;

(b) Plano de Emergência Local (PEL), elaborado pela ELETRONUCLEAR, devendo conter as medidas planejadas para serem desenvolvidas dentro da sua Área de Propriedade e medidas de apoio ao PEE/RJ a serem desenvolvidas nas ZPE-3<sup>44</sup> e ZPE-5, planejadas e executadas em coordenação com o Estado do Rio de Janeiro e Prefeitura de Angra dos Reis;

(c) Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ), elaborado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro, devendo conter todas as medidas planejadas para serem desenvolvidas dentro de sua área de jurisdição, excluída a Área de Propriedade da ELETRONUCLEAR;

(d) Plano de Emergência Externo do Estado de São Paulo (PEE/SP), elaborado pelo Governo do Estado do São Paulo, devendo conter todas as medidas planejadas para serem desenvolvidas na área do Município de Bananal;

(e) Planos de Emergência Complementares (PEC), elaborados pelos Órgãos de Apoio do SIPRON, para o atendimento às necessidades de apoio, deverão conter as ações específicas de suas responsabilidades e necessárias a complementação dos planos acima citados.

---

<sup>43</sup> Portaria nº 144/SAE, de 20 de novembro de 1997. Disponível em:

<<http://sipron.planalto.gov.br/legislacao/diretrizes/83-legislacao/3622-diretriz-angra-i>>. Acesso em: 24 abr. 2013.

<sup>44</sup> Zona de Planejamento de Emergência que engloba toda área localizada a um raio de 3 Km da Usina Angra I

A partir de agosto de 2001, em função da publicação da Medida Provisória nº 2.216-37<sup>45</sup>, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) passou a exercer a função de Órgão Central do SIPRON. Em agosto de 2009, após a publicação do Decreto nº 6.931<sup>46</sup>, tal atribuição passou a ser exercida pelo Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI/PR), sendo responsável pela orientação superior, a coordenação, o controle e a supervisão do Sistema.

Em 2012, a Lei 12.731<sup>47</sup> reformulou as atribuições do SIPRON incluindo a proteção de conhecimentos e tecnologias detidos por órgãos, entidades, empresas, instituições de pesquisa e demais organizações públicas ou privadas envolvidas nas atividades do PNB, assim como o planejamento e coordenação das ações, em situação de emergência nuclear, que tenham como objetivo proteger: **(a)** as pessoas envolvidas na operação das instalações nucleares e na guarda, manuseio e transporte dos materiais nucleares; **(b)** a população e o meio ambiente situados nas proximidades das instalações nucleares; e **(c)** as instalações e materiais nucleares (SIPRON, 2013).

Assim, no contexto desta pesquisa, o SIPRON, atualmente sob a coordenação do GSI/PR, é a autoridade maior no que se refere ao planejamento e coordenação superiores das ações de preparação e resposta a emergência na Central Nuclear Brasileira.

---

<sup>45</sup> Medida Provisória nº 2.216-37, de 31 de agosto de 2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/mpv/2216-37.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2216-37.htm)>. Acesso em: 17 fev. 2014.

<sup>46</sup> Decreto nº 6.931, de 11 de agosto de 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2007-2010/2009/Decreto/D6931.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2007-2010/2009/Decreto/D6931.htm)>. Acesso em: 17 fev. 2014.

<sup>47</sup> Lei nº 12.731, de 21 de novembro de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2011-2014/2012/Lei/L12731.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2011-2014/2012/Lei/L12731.htm)>. Acesso em: 24 abr. 2013.

### 3 A CENTRAL NUCLEAR BRASILEIRA: ANGRA I, II e III

Uma central nuclear é um complexo industrial composto por usinas nucleares que têm como propósito final a geração de energia elétrica. A matriz energética brasileira conta atualmente com uma única central nuclear (Figura 7) constituída pelas Usinas de Angra I, Angra II e Angra III, esta última em fase de construção.

**Figura 7:** Uma Visão Aérea da Central Nuclear Brasileira



**Fonte:** Adaptada a partir de foto disponível em ELETRONUCLEAR, 2013.

De propriedade da empresa Eletronuclear, uma subsidiária da Eletrobrás, esse empreendimento pode ser considerado o resultado de percepções e ações que remontam à década de 1950 com a criação do CNPq, liderado à época, principalmente, pela figura do Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva, que lhe empresta o nome.

A Central Nuclear Brasileira está localizada na enseada da Praia de Itaorna, município de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro, abrangendo uma área situada entre a Baía da Ilha Grande e as encostas da Serra do Mar, cortada pela BR-101 (trecho Rio-Santos), através da qual se dá o acesso a esse complexo na altura do Km 517.

A CNAAA está situada a 36 quilômetros da cidade de Paraty, 14,5 quilômetros da cidade de Angra dos Reis, 190 km da Fábrica de Elementos Combustíveis do Complexo

Industrial de Resende (CIR), pertencente às Indústrias Nucleares do Brasil (INB) e próxima dos principais centros consumidores de energia elétrica do país: 133 km da cidade do Rio de Janeiro; 216 km da cidade de São Paulo; e 343 km da cidade de Belo Horizonte, conforme a Figura 8 (ELETRONUCLEAR, 1998).

**Figura 8:** A Localização Geográfica da Central Nuclear Brasileira



**Fonte:** ELETRONUCLEAR, 1998.

Desde o início da implantação das usinas nucleares no Brasil, a área a ser ocupada pela CNAAB foi dimensionada para comportar três unidades, objetivando maximizar o aproveitamento da infraestrutura necessária ao funcionamento das usinas, incluindo os recursos logísticos, técnicos e de mão-de-obra especializada (ELETRONUCLEAR, 2013).

Do ponto de vista histórico, o ano de 1967 é um marco importante para o avanço das discussões sobre a implantação e localização da CNAAB.

Em junho daquele ano, o Presidente do Brasil, Marechal Costa e Silva, considerando que a utilização pacífica da Energia Nuclear, em futuro não remoto, seria um fator preponderante para o desenvolvimento nacional, que o encaminhamento correto para sua utilização dependeria da legislação pertinente e que tudo que diga respeito ao campo da energia nuclear era do interesse da segurança nacional, resolve publicar o decreto nº 60.890<sup>48</sup> que constitui o Grupo de Trabalho Especial, junto ao Ministério das Minas e Energia, com a atribuição de: (i) instituir um mecanismo de cooperação entre o Ministério das Minas e Energia e a Comissão Nacional de Energia Nuclear, com vistas ao planejamento da utilização de usinas

<sup>48</sup> DECRETO Nº 60.890, DE 22 DE JUNHO DE 1967. Disponível em: <http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=192236>. Acesso em: 11 jun. 2013.

nucleares para fins de produção de energia elétrica; **(ii)** propor o mecanismo de cooperação, delimitando as responsabilidades de cada uma das entidades participantes, resguardadas as atribuições específicas da Comissão Nacional de Energia Nuclear e ouvido o Conselho de Segurança Nacional, cabendo ao Ministério das Minas e Energia, através das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRAS - a construção e a operação das usinas nucleares que vierem a ser implementadas pelo Governo Federal.

Esse grupo foi instituído, sob a presidência do representante do Ministro das Minas e Energia e contou com a participação de outros representantes desse Ministério, da Secretária-Geral do Conselho de Segurança Nacional e da Comissão Nacional de Energia Nuclear, com o propósito de apresentar ao Presidente da República, no prazo de noventa dias, relatório conclusivo contendo soluções possíveis e propostas de diretrizes.

Em 7 de setembro de 1967 foi concluído o Relatório do Grupo de Trabalho Especial e, no que se refere à localização de centrais nucleares no território nacional, foi definido que:

Caberá à CNEN o estabelecimento de normas para a localização de centrais nucleares, tendo em vista, entre outros, os fatores seguintes:

1. – o atendimento às normas de segurança da central e dos núcleos populacionais circunvizinhos;
2. – a determinação das áreas de exclusão e das de uso restrito;
3. – o controle da poluição das áreas vizinhas, dos efluentes, etc;
4. – a análise das condições adequadas de acesso ao local.

Caberá à ELETROBRAS escolher, dentro das normas acima, os locais para a construção de centrais nucleares, submetendo à apreciação da CNEN o Relatório da Escolha [sic] do Local (BRASIL, 1967, p. 6).

Como consequência, a escolha definitiva do local para implantação da CNAAA teve como base a Resolução no. 69 da CNEN<sup>49</sup> de 1969, que estabelece as normas para escolha de locais para instalação de reatores nucleares de potência, e foi precedida de 18 meses de estudos de alternativas de localização ao longo do litoral da região sudeste (ELETRONUCLEAR, 1998).

Os critérios para seleção do local para implantação da CNAAA foram baseados nas seguintes características: **(1)** a proximidade aos centros urbanos de maior consumo de energia elétrica; **(2)** disponibilidade de grandes quantidades de água, para atendimento aos sistemas de resfriamento da usina; **(3)** disponibilidade de infraestrutura local, com facilidade de transporte

---

<sup>49</sup> Resolução no. 69/1969 da CNEN. Normas para Escolha de Locais para Instalação de Reatores de Potência. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm168.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2014.

de equipamentos de grande porte; **(4)** disponibilidade de transporte rodoviário utilizando a rodovia BR-101 (Rio-Santos) ou a BR-116 (Rodovia Presidente Dutra); **(5)** facilidade para instalação de linhas de transmissão de energia; **(6)** disponibilidade de recursos hídricos para atendimento da demanda de água doce; **(7)** facilidade de aquisição de insumos e outros componentes para os processos da usina; e **(8)** facilidade de obtenção de recursos humanos de nível técnico e universitário e apoio de instituições de pesquisa e de formação de pessoal, contudo, sem sofrer com o ônus da grande densidade demográfica e industrial das regiões metropolitanas (ELETRONUCLEAR, 1998).

O Grupo de Trabalho Especial, também, recomendou o estabelecimento do Termo de Convênio de Cooperação<sup>50</sup> entre a CNEN e a Eletrobrás, firmado em abril de 1968, que definia competências e indicava que a central deveria ter capacidade da ordem de 500 MW elétricos, a ser localizada na região Centro-Sul do país, sem mencionar, porém, que tipo de tecnologia de reator seria adotada.

De abril a junho de 1968, a Agência Internacional de Energia Atômica, atendendo à solicitação do governo brasileiro, enviou ao Rio de Janeiro um grupo de especialistas que, em conjunto com engenheiros da CNEN e da Eletrobrás, elaborou o documento “Energia Nuclear para a Região Centro-Sul do Brasil”, conhecido como Relatório Lane<sup>51</sup>, documento que forneceu as bases para a implantação da primeira usina nuclear brasileira (ELETRONUCLEAR, 2013).

Após realização de concorrência internacional, que previa uma maior participação da indústria nacional no fornecimento de componentes, foi escolhido o reator nuclear a ser empregado na primeira usina nuclear brasileira, sendo esse o de água pressurizada (PWR) da empresa norte-americana Westinghouse Electric Corp (ELETRONUCLEAR, 2013).

Assim, a usina denominada Angra I foi construída com uma potência de 640 megawatts, e no decorrer da história o empreendimento teve como principais marcos: **em 1972**, o início das obras civis pela construtora Norberto Odebrecht; **em 1981**, o carregamento inicial do combustível nuclear e a autorização da CNEN para operação provisória; **em 1983**, o desligamento da usina em função de problemas no gerador de vapor; **em 1985**, a entrada em

---

<sup>50</sup> Termo de Convênio de Colaboração, firmado entre a CNEN e a ELETROBRÁS. Disponível em: <http://memoria.cnen.gov.br/Doc/pdf/Tratados/CONV0004.PDF>. Acesso em: 11 jun. 2013.

<sup>51</sup> Sobrenome do líder do grupo, James A. Lane.

operação comercial; **em 1986**, são constatados vários problemas técnicos, a usina é desligada e ação judicial impede o funcionamento por falta de plano de emergência; **em 1987**, o retorno ao funcionamento, apresentando novos problemas técnicos e voltando a ser desligada por mais de um ano; **em 1988**, Furnas aciona a Westinghouse em tribunal internacional; **em 1989**, funciona precariamente até 1994, apresentando diferentes problemas; **em 1994**, foi emitida autorização da CNEN para operação permanente; **em 2002**, a CNEN avalia o projeto do novo núcleo do reator, os programas de inspeção e a proteção física e radiológica; e **em 2004**, é recebida a autorização da CNEN para operação permanente depois das modificações (ANDRADE, 2006, p.134).

Em junho de 1974, é autorizada a construção da segunda usina nuclear brasileira, Angra II, ao lado de Angra I (Figura 9), e, um ano depois, o Decreto Nº 75.870<sup>52</sup>, assinado pelo Presidente Ernesto Geisel, autoriza a ampliação da CNAEA através da construção de Angra III, tendo sido escolhido para a nova usina o mesmo tipo de reator (PWR) selecionado para Angra II.

**Figura 9:** As Usinas Nucleares - Angra I e II



**Fonte:** Adaptada a partir de foto disponível em ELETRONUCLEAR, 2013.

---

<sup>52</sup> Decreto nº 75.870, de 13 de junho de 1975. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1970-1979/D75870impressao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D75870impressao.htm)>. Acesso em: 24 abr. 2013.

No decorrer da história Angra II, com uma potência de 1.350 megawatts, teve como principais marcos: **em 1975**, a assinatura do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha e aquisição das usinas Angra II e III da empresa alemã KWU, subsidiária da Siemens; **em 1976**, a construtora Norberto Odebrecht inicia as obras civis; **em 1983**, as obras são progressivamente desaceleradas; **em 1994**, são retomadas as obras civis; **em 1996**, é iniciada a montagem eletromecânica pelo consórcio Unamon; **em 1997**, é criada a empresa Eletronuclear, responsável pela operação das usinas da CNAEA; **em 2000**, Angra II é inaugurada e o primeiro sincronismo com o sistema elétrico é estabelecido; e **em 2001** o IBAMA e a Feema concedem o licenciamento ambiental e a operação comercial tem início (ANDRADE, 2006, p.158).

A terceira usina nuclear brasileira, Angra III, terá potência de 1.405 megawatts e, assim como Angra II, utilizará tecnologia alemã Siemens/KWU (atual, Areva NP).

Em 2010 foram iniciadas as obras civis, com previsão para entrada em operação em julho de 2018.

Após iniciada a operação comercial de Angra III, a energia nuclear passará a gerar o equivalente a cerca de 50% da eletricidade consumida no Estado do Rio de Janeiro<sup>53</sup>.

### **3.1 O PLANO DE EMERGÊNCIA DA CNAEA: Preparando-se para o “nunca”**

Em um rápido momento de reflexão, é possível imaginar as dimensões que podem ser incorporadas em um plano para fazer frente a uma situação de emergência nuclear, com todas as variáveis econômicas, sociais, políticas, entre outras que se possa desvendar.

Talvez seja relevante também pensar, neste momento, particularmente nos custos e recursos, materiais e humanos, envolvidos durante anos e anos de preparação, capacitação e treinamento nas ações do Plano.

Para delimitar no tempo a busca por evidências, para a melhor compreensão da dinâmica evolutiva do Plano de Emergência Nuclear da CNAEA, é adotado como opção desta pesquisa o estabelecimento do marco inicial dessa atividade no primeiro exercício geral do

---

<sup>53</sup> ELETRONUCLEAR. Site Institucional. Disponível em:

<<http://www.eletronuclear.gov.br/AEmpresa/CentralNuclear/Angra3>>. Acesso em: 28 maio 2013.

plano de emergência externo da CNAAA, acontecido em 1989 (SOUZA JUNIOR, 1990, p. 134), naquele momento, sob a coordenação do Exército Brasileiro<sup>54</sup>.

Entretanto, é a partir principalmente de 1997, por ocasião da publicação da Norma Geral 06 do SIPRON<sup>55</sup>, que a preparação para resposta às eventuais situações de emergência na CNAAA, incluindo os exercícios gerais, ampliaram a sua abrangência e aumentaram em estrutura e número de organizações participantes, tornando-se mais complexo sobre múltiplos aspectos.

O planejamento para uma situação de emergência é algo que necessariamente distorce a lógica normal, a partir da qual se imagina investir tempo e dinheiro em algo acreditando que em algum momento e de alguma forma será possível recuperar e usufruir dos resultados obtidos, seja para um indivíduo, uma empresa, um grupo social ou um país.

No planejamento de emergência, em especial a nuclear, não acontece dessa forma. Todos, governos, organizações e população, devem se comprometer, empenhar esforços e colaborar para algo que se espera nunca utilizar de fato.

Um dia as usinas nucleares de Angra serão descomissionadas<sup>56</sup>, ou seja, terão cumprido a função de produzir energia elétrica para os brasileiros.

Nesse dia, se por acaso alguém lembrar de todo o tempo e dinheiro utilizados durante os anos de preparação para uma eventual situação de emergência na Central, provavelmente chegará à conclusão de que as atividades realizadas em função do Plano de Emergência da CNAAA foram um investimento necessário, mesmo que nunca tenha sido de fato utilizado em situação real.

---

<sup>54</sup> Decreto nº 96.775, de 27 de Setembro de 1988. Disponível em : <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1988/decreto-96775-27-setembro-1988-447141-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 6 maio 2014.

<sup>55</sup> NG-06 - Norma Geral para Instalação e Funcionamento dos Centros Encarregados da Resposta a uma Situação de Emergência Nuclear. Disponível em: <http://www.sipron.planalto.gov.br/legislacao/normas/gerais/83-legislacao/3618-ng-06-norma-geral-para-instalacao-e-funcionamento-dos-centros-encarregados-da-resposta-a-uma-situacao-de-emergencia-nuclear>>. Acesso em: 6 maio 2014.

<sup>56</sup> É uma fase pós-operacional normal e necessária, constituída por um conjunto de medidas para retirar de serviço, com segurança, uma instalação nuclear, reduzindo a radioatividade residual a níveis que permitam liberar o local para uso restrito ou irrestrito (ELETRONUCLEAR, 2013).

Em parte, a complexidade da elaboração e implementação de um plano de emergência nuclear se apresenta em função da quantidade de atores envolvidos, instituições governamentais (federal, estadual e municipal), privadas e organizações não-governamentais e organismos internacionais.

Esses atores estão inseridos em culturas e práticas organizacionais distintas e detêm experiências e saberes em variadas áreas do conhecimento, que, se somadas, constituem uma variável importante na melhoria do planejamento de emergência.

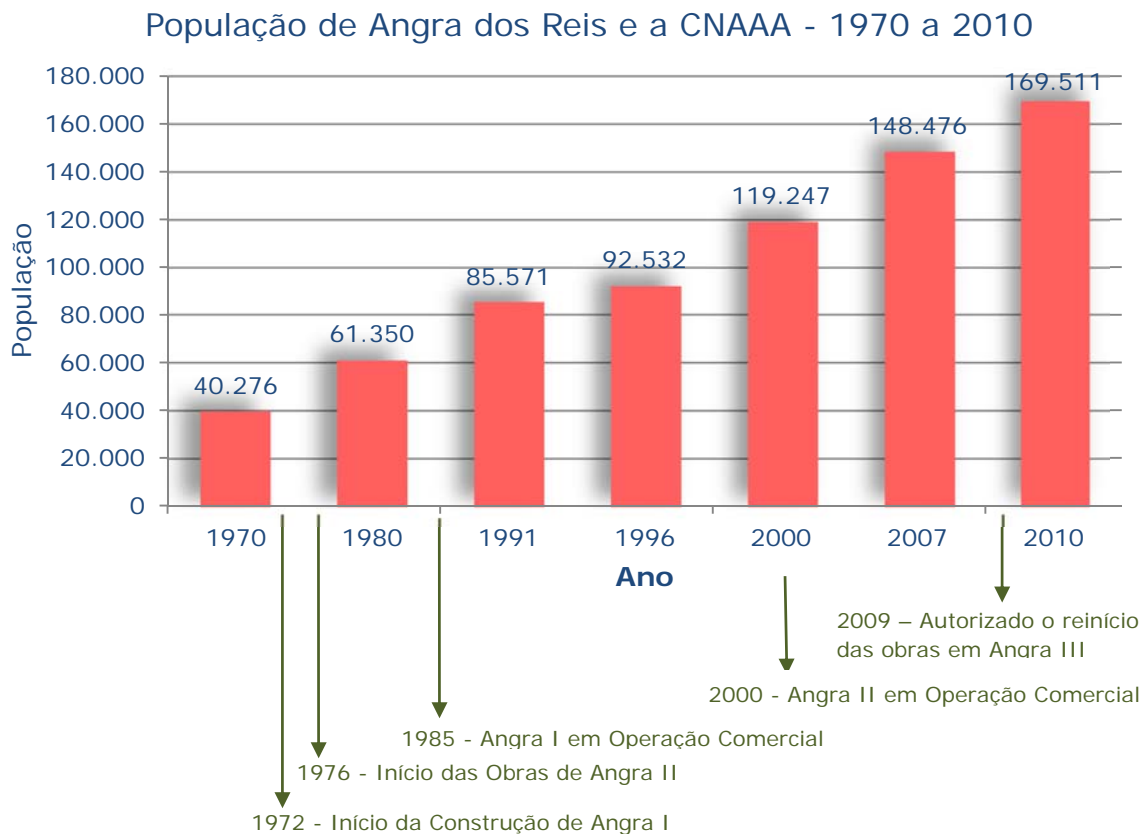
Por outro lado, um plano de emergência, em tese, precisa considerar questões, por exemplo, que podem estar relacionadas com fatores socioeconômicos da população potencialmente afetada e com o seu nível de confiança nas organizações responsáveis pela resposta à emergência.

Apenas para ilustrar, mesmo sabendo que o Plano de Emergência está delimitado por uma área de 15 km no entorno de Angra I, é verificável a partir da Figura 10 o aumento da população em todo município de Angra dos Reis, desde o início do processo de implantação da CNAAA, em parte promovido pela própria existência da Central.

Apesar de grande parte dessa população estar fora da abrangência do Plano, essa variável é relevante por ter algum impacto em potencial na adoção dos procedimentos estabelecidos para uma eventual emergência.

Por mais que a evacuação em caso de Emergência Geral esteja prevista para as pessoas localizadas em um raio de até 5 Km da CNAAA, o aumento populacional da região de Angra dos Reis poderia demandar ajustes no planejamento, em função, por exemplo, do aumento do fluxo de veículos que transitam diariamente pelo trecho da BR-101, localizado na proximidade da CNAAA.

**Figura 10:** Dinâmica Populacional de Angra dos Reis desde o Início da Implantação da CNAAA



**Fonte:** Elaborada pelo Autor, a partir de informações do Censo/IBGE, ANDRADE, 2006 e ELETRONUCLEAR, 2013.

Nesse sentido, considera-se que o Plano de Emergência precisa ser em sua essência um objeto dinâmico e sensível a modificações nos cenários originalmente apresentados quando da sua construção original.

Torna-se relevante destacar que a primeira versão do Plano de Emergência Externo data de 1978, para atender aos requisitos de licenciamento da Usina Nuclear Angra I<sup>57</sup>. Desde então, esse sofreu diversas alterações de formatação e responsabilidades, sendo que em 1994, já intitulado Plano de Emergência Externo da CNAAA (PEE/RJ) e sob a coordenação da Subsecretaria de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, passou a considerar, de forma plena,

<sup>57</sup>CÂMARA DOS DEPUTADOS - Gabinete do Deputado FERNANDO JORDÃO - PMDB/RJ, Brasília, 21 de março de 2011. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/audiencias-publicas/anos-anteriores/2011/23-03-2011-discussao-sobre-a-situacao-das-usinas-nucleares-existentis-e-de-novas-usinas-inseridas-no-programa-nuclear-brasileiro/questionamentos-deputado-fernando-jordao>>. Acesso em 9 set. 2014.

a atuação de órgãos sediados na região de Angra dos Reis, particularmente, a Defesa Civil Municipal<sup>58</sup>.

Assim, no decorrer de seu caminho evolucionário, alterações em variáveis econômicas, tecnológicas, sociais, climáticas, organizacionais, entre outras, precisam estar sendo observadas ao longo do tempo de forma a promover a devida adequação do planejamento para às situações de emergência que por ventura possam surgir.

A trajetória em busca do aprimoramento do planejamento de emergência, nesta pesquisa, pressupõe a relevância de três processos, sendo esses a aprendizagem organizacional, a inovação e a comunicação de risco, que serão trabalhados com maior grau de aprofundamento no decorrer deste trabalho.

O Plano de Emergência da CNAAA, apesar de fisicamente não ser um objeto que exista enquanto documento único, deve ser tratado como parte de um planejamento coordenado e integrado. Por esse motivo, como forma de promover simplificação, organização e melhoria na compreensão dos temas trabalhados, foi convencionado nesta pesquisa que o Plano de Emergência da CNAAA será referenciado, considerando uma visão sistematizada e unificadora, constituída por um conjunto composto pelos seguintes planos:

- Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ);
- Plano de Emergência Local (PEL/Eletronuclear);
- Plano de Situação de Emergência (PSE/CNEN);
- Plano de Emergência Setorial da CNEN para Reatores de Potência (PES/RPot);
- Plano de Emergência Municipal de Angra dos Reis (PEM/AR) e;
- Planos de Emergência Complementares (PECs).

Tais planos incorporam conhecimentos e experiências multidisciplinares, em parte, resultado do alto grau de capacitação dos atores envolvidos e da cooperação entre instituições nacionais e internacionais.

---

<sup>58</sup> Perguntas Frequentes – Site da Eletronuclear. Disponível em:

<<http://www.eletronuclear.gov.br/Saibamais/Perguntasfrequentes/TemasgeraiseventosoperacionaisPE.aspx>>

. Acesso em: 5 maio 2014.

A resposta a uma emergência nuclear pode envolver muitas organizações, com natureza e características diversas, sendo que parte destas, provavelmente serão as mesmas que estariam envolvidas em algum tipo grave de emergência convencional, como por exemplo, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e Polícia Militar.

Por outro lado, é preciso considerar que uma emergência em uma instalação nuclear também irá demandar o envolvimento de organizações altamente especializadas e técnicas, como é o caso da Eletronuclear e da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN.

Portanto, a fim de ser eficaz, a resposta a uma situação de emergência nuclear deve ser bem coordenada, com procedimentos integrados de forma apropriada, sendo essencial o planejamento prévio com base em princípios estabelecidos nas áreas de proteção radiológica e segurança nuclear (IAEA, 2002, p.1).

Então, cabe destacar que o Gabinete de Segurança Institucional (GSI/PR), como Órgão Central do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON), é atualmente o responsável pela orientação e supervisão superior no que se refere ao planejamento e coordenação das ações de preparação e resposta a situações de emergência nuclear na CNAEA.

As competências e normativas do SIPRON, conforme seção 2.6.3, apresentam alinhamento com as recomendações da Agência Internacional de Energia Atômica, que observam o plano de emergência como um conjunto constituído por objetivos, políticas e conceitos básicos relativos às operações de resposta a emergência, bem como de estrutura, competências e responsabilidades inerentes, de forma que a resposta seja sistemática, coordenada e eficaz. Além disso, o plano de emergência também deverá servir como base para o desenvolvimento de outros planos e procedimentos relacionados (IAEA, 2002, p.56).

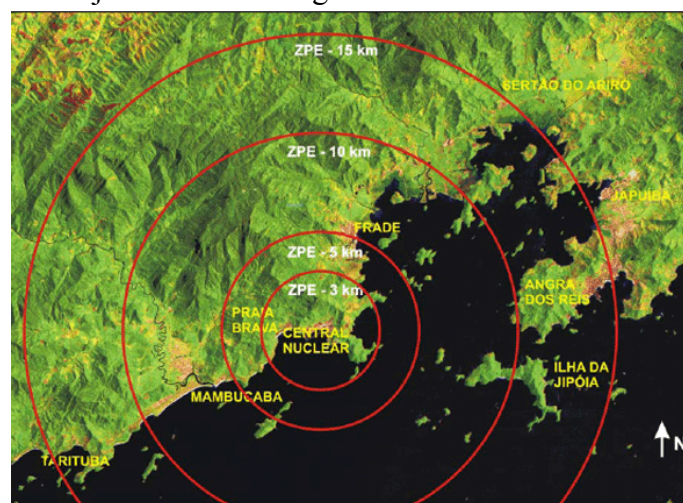
Tal planejamento para emergência incorpora, assim, normativas, orientações e recomendações nacionais e internacionais, tais como as normas mandatórias da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, material de referência publicado pela Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA e requisitos estabelecidos pelo órgão regulador nuclear americano (USNRC, sigla em inglês) para aplicação em centrais nucleares nos Estados Unidos, como por exemplo a NUREG-0654 – Rev.1: “*Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants*”, definida a partir dos resultados das análises do acidente ocorrido em *Three Mile Island* (ELETRONUCLEAR, 2013).

Em função disso, o Plano de Emergência da CNAEA adotou uma filosofia de caráter antecipatório para as atividades de resposta a emergências nucleares, em virtude de passar a admitir como hipótese a fusão do núcleo do reator e a perda da integridade da contenção. Mesmo que isso seja considerado altamente improvável, a possibilidade de ocorrência desse evento demanda a antecipação de ações de modo que os desvios de normalidade sejam detectados em suas fases preliminares e corrigidos imediatamente (ELETRONUCLEAR, 2013).

Tal abordagem amplia a relevância do acompanhamento das condições e parâmetros de operação da usina, em particular, do reator nuclear, pois é a partir desses dados que será possível avaliar a extensão e as consequências de um acidente radiológico (ELETRONUCLEAR, 2013).

Assim, de forma a hierarquizar os riscos e facilitar o planejamento, coordenação e controle das medidas de proteção previstas no Plano de Emergência da CNAEA, a sua abrangência foi delimitada a uma área correspondente a um círculo com 15 Km de raio, cujo centro é o reator da Usina Angra I (Figura 11).

**Figura 11:** Zonas de Planejamento de Emergência – ZPEs



**Fonte:** ELETRONUCLEAR, 2013 - Volume 6: Análise e Gerenciamento de Risco e Plano de Emergência

No interior desse perímetro de segurança encontra-se a Área de Propriedade da Eletronuclear (APE) e quatro Zonas de Planejamento de Emergência – ZPE, que estão subdivididas em círculos concêntricos com raios de 3, 5, 10 e 15 Km, chamadas de ZPE-3, ZPE-5, ZPE-10 e ZPE-15 (RIO DE JANEIRO, 2008).

As ações para preparação e resposta à emergência na APE e ZPEs estão diretamente relacionadas à gravidade de cada situação, sendo essas divididas em Classes de Emergência, a saber: Evento Não Usual (ENU), Alerta, Emergência de Área e Emergência Geral.

Após a identificação e classificação de uma situação de emergência pela operadora da CNAAA, considerando as condicionantes iniciais, apresentadas em procedimentos específicos, tem-se início o processo de notificação, interno e externo, e o consequente estabelecimento dos canais de comunicação apropriados, de forma a permitir o fluxo de informação entre os atores envolvidos.

Mesmo durante os eventos classificados como ENU ou Alerta, que não demandam qualquer tipo de ação junto à população, será possível exercitar a rede de comando e controle, para o acompanhamento de situações que podem evoluir para eventos mais relevantes que ainda não tenham sido inteiramente percebidos ou compreendidos.

É um exemplo de condição inicial para declaração de uma situação de ENU a perda de acesso rodoviário à usina ou a ocorrência de enchentes e ressacas, no momento em que a usina estiver em modo de desligado frio (ELETRONUCLEAR, 2013).

Neste ponto, é oportuno destacar que durante a realização desta pesquisa uma nova metodologia para classificação de situações de emergência estava em processo de implantação.

Nessa nova metodologia a classificação de emergência deixará de estar baseada em listas contendo as condições iniciais relacionadas às situações de emergência e passará a fazer uso de diagramas de blocos, visando com isso permitir uma perspectiva mais ampla e inter-relacionada das situações que iniciam uma emergência.

Um outro aspecto importante do Plano é a necessidade do estabelecimento de canais de comunicação ágeis e confiáveis entre o público e as instituições diretamente envolvidos com o plano de emergência, para permitir uma melhor fluidez de informações e evitando ruídos e mal-entendidos, seja no período de preparação ou durante a execução das medidas de resposta a uma situação de emergência.

O Plano aborda, por exemplo, ações que visam promover uma participação ativa dos sistemas de ensino locais, através da inclusão nos currículos escolares de conteúdos relacionados aos procedimentos em caso de emergência na CNAAA (RIO DE JANEIRO, 2008), além de outras ações de comunicação relacionadas com a distribuição de material informativo e campanhas de esclarecimento, que deverão estar em conformidade com a Norma

Geral nº. 05 do SIPRON, que orienta o planejamento e a execução das campanhas de esclarecimento prévio e de informações ao público para uma situação de emergência.

Assim, é preciso considerar que quanto maior é um plano de emergência, seja em função do espaço geográfico que esse abrange, pelo tamanho e características da população envolvida ou pela quantidade de instituições participantes, é preciso aprimorar e considerar a necessidade de adoção de inovações na implantação de meios para manter o público e os profissionais informados sobre as ações que precisam ser executadas. Por exemplo, a implantação de sistema de alerta por sirenes para comunicação com o público visando mantê-lo informado sobre a evolução da situação de emergência é um recurso previsto no Plano (RIO DE JANEIRO, 2008).

Apesar disso, a implantação desse sistema de comunicação não será um canal efetivo de comunicação se as pessoas não tiverem o conhecimento necessário para interpretar os sinais e mensagens emitidos e a orientação sobre o que fazer em cada classe de emergência.

Esses são exemplos que, de certa forma, parecem evidenciar a importância da realização das campanhas de esclarecimento, palestras, distribuição de material informativo, capacitação de intermediários de informação, entre outros.

O Plano de Emergência também prevê a realização de exercícios simulados de emergência nuclear na CNAAA, classificados em exercícios parciais e gerais, observados nesta pesquisa como possíveis geradores de oportunidade para aprendizagem, inovação e para o fortalecimento da relação de confiança entre a população e os demais atores envolvidos.

Para a Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro a realização dos exercícios do Plano de Emergência da CNAAA tem por objetivo não apenas o treinamento dos atores envolvidos, mas também ser uma oportunidade para o aperfeiçoamento contínuo do planejamento para situações de emergência (RIO DE JANEIRO, 2008).

Então, frente às várias facetas do Plano de Emergência da CNAAA, é preciso percebê-lo como um objeto que em muito transcende um conjunto de documentos, passando a observá-lo como um sistema dinâmico e complexo de preparação e resposta à emergência, configurado no formato de redes de cooperação, comando e controle, construído com a colaboração de instituições civis e militares, nucleares e não-nucleares, públicas e privadas, nacionais e internacionais, tendo como propósito único a mitigação das consequências sociais, econômicas e ambientais resultantes de uma eventual situação de emergência nuclear.

### **3.2 A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DE PREPARAÇÃO E RESPOSTA ÀS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA**

Para melhor sistematizar e compreender as ações e questões relacionadas com eventuais situações de emergência na CNAAA é necessário que se tenha um olhar considerando dois momentos distintos no tempo.

O primeiro diz respeito à preparação para emergência, sendo esse um momento que engloba as ações que antecedem a ocorrência de um acidente, como, por exemplo, as ações que visam ao aprimoramento técnico das equipes de resposta à emergência, o estabelecimento de procedimentos e de protocolos de colaboração entre instituições para o caso de emergência, a realização de exercícios simulados e o fortalecimento da relação de confiança entre a população e as instituições envolvidas.

Por outro lado, as ações a serem implementadas em um segundo momento, caso seja deflagrado um acidente na CNAAA, são conhecidas como resposta à emergência. É durante a resposta, por exemplo, que as organizações precisarão fazer uso do conhecimento acumulado durante a fase de preparação, mobilizar recursos humanos e técnicos de forma a mitigar as consequências do acidente e lançar mão da credibilidade conquistada junto à população para fazer com que essa siga as orientações com confiança e a necessária tranquilidade.

Para isso, tanto a preparação como a resposta a uma situação de emergência na CNAAA contam com estruturas organizacionais distintas, estabelecidas a partir de normativas instituídas no âmbito do SIPRON.

As seções 3.2.1 e 3.2.2 abordarão com maior grau de detalhes as estruturas organizacionais de preparação e resposta a uma eventual situação de emergência na CNAAA.

#### **3.2.1 A Estrutura para o Planejamento das Ações de Emergência**

A partir de um olhar específico sobre o planejamento para o atendimento das necessidades de segurança para uma eventual emergência na CNAAA, é possível dizer que o SIPRON conta com uma estrutura estabelecida a partir de três componentes organizacionais colegiados, sendo esses: a Comissão de Coordenação da Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (COPRON); o Comitê de Articulação nas Áreas de Segurança e Logística do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (CASLON); e o Comitê de Planejamento de Resposta a Situações de Emergência Nuclear no Município de Angra dos Reis (COPREN/AR).

No Decreto nº 2.210 de abril de 1997<sup>59</sup>, que regulamentou o SIPRON, foi instituída a **Comissão de Coordenação da Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (COPRON)**, cabendo a essa a responsabilidade pelo assessoramento ao Órgão Central do Sistema nos estudos e planejamento das atividades de proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (PNB), por meio de: **(I)** realização de consultas e entendimentos com os Órgãos de Coordenação Setorial; **(II)** formulação de Normas Gerais ou Diretrizes para regular as atividades do Sistema; e **(III)** elaboração de pareceres e sugestões relativas aos assuntos de proteção de projetos, atividades e instalações nucleares do País; e **(IV)** elaboração de projetos para a atualização da legislação relativa a assuntos de interesse do Sistema.

Sendo assim, é importante destacar que as atribuições da COPRON não são limitadas às atividades de proteção relacionadas exclusivamente com a CNAEA, mas dizem respeito ao PNB como um todo.

Em junho de 2011, a Portaria nº 21 GSI/PR<sup>60</sup> disciplinou as atividades da COPRON, estabelecendo que sob a coordenação do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência, teria em sua composição representantes dos seguintes órgãos: Ministério da Defesa (MD); Ministério do Trabalho e Emprego (MTE); Ministério da Saúde (MS); Ministério de Minas e Energia (MME); Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRÁS); Eletrobrás Termonuclear S.A. (ELETRONUCLEAR); Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT); Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN); Indústrias Nucleares do Brasil (INB); Ministério do Meio Ambiente (MMA); Ministério da Integração Nacional (MI), por intermédio da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC); Secretaria de Acompanhamento e Estudos Institucionais (SAEI) do GSI/PR; Agência Brasileira de Inteligência (ABIN); Governo do Estado do Rio de Janeiro; e Prefeitura Municipal de Angra dos Reis.

**O Comitê de Articulação nas Áreas de Segurança e Logística do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (CASLON)**, foi instituído em março de 2012,

---

<sup>59</sup> Decreto nº 2.210 de 22 de abril de 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1997/D2210.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1997/D2210.htm)>. Acesso em: 18 fev. 2014.

<sup>60</sup> Portaria nº 21/GSIPR, de 2 de junho de 2011. Disponível em: <<http://www.sipron.planalto.gov.br/colegiados/copron/123-colegiados-sipron/documentos/3606-normatizacao-copron>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

através da Portaria nº 31 GSI/PR<sup>61</sup>, com o propósito de prestar assessoria ao Ministro-Chefe do GSI/PR na articulação com órgãos federais e estaduais em situações que possam comprometer a segurança das atividades nucleares do País.

Para tanto, a referida portaria define que o CASLON deve atuar por meio de: **(I)** ações conjuntas com os órgãos dos governos federal e estaduais que tenham como objetivo mitigar e neutralizar atividades que impeçam ou dificultem o funcionamento de instalações nucleares e o transporte tanto de material nuclear, quanto de equipamentos sensíveis para o PNB; e **(II)** ações que tenham como objetivo prevenir e evitar a ingerência, nas atividades do PNB, de órgãos, organizações ou entidades que não tenham competência legal para interferir nas atividades nucleares do país.

O CASLON é composto por representantes dos seguintes órgãos, Ministérios e Governos Estaduais: Secretaria de Acompanhamento e Estudos Institucionais do GSI/PR; Agência Brasileira de Inteligência (ABIN); Departamento de Polícia Federal (DPF); Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF); Ministério da Defesa; Comando da Marinha do Brasil; Comando do Exército Brasileiro; Comando da Aeronáutica; Ministério dos Transportes (MT); Ministério da Saúde (MS); Eletrobrás Termonuclear S.A. (ELETRONUCLEAR); Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN); Indústrias Nucleares do Brasil (INB); Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC); e Secretaria de Portos da Presidência da República (SEPPR).

Além desses, fazem parte do CASLON representantes dos Governos dos Estados por onde trafegarem materiais nucleares e equipamentos sensíveis para o PNB, sendo esses: Governo do Estado de São Paulo; Governo do Estado do Rio de Janeiro; Governo do Estado da Bahia e Governo do Estado de Minas Gerais.

**O Comitê de Planejamento de Resposta a Situações de Emergência Nuclear no Município de Angra dos Reis (COPREN/AR)**, foi instituído em caráter permanente em

---

<sup>61</sup> Portaria nº 31 GSI/PR, de 26 de março de 2012. Disponível em:

<<http://www.sipron.planalto.gov.br/collegiados/caslton/123-colegiados-sipron/documentos/3610-criacao-caslton>>. Acesso em: 19 fev. 2014.

outubro de 2003, através da Portaria nº 777<sup>62</sup>, do Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, com a atribuição de assessorar a COPRON, nos assuntos relacionados à resposta a situações de emergência nuclear na CNAAA.

Assim, na forma de assessoramento, coube a esse comitê as seguintes atribuições: **(I)** examinar as propostas de alterações nas Normas e Diretrizes de regulamentação das atividades do SIPRON e de seus Planos decorrentes, relacionados à CNAAA, emitindo parecer à COPRON; **(II)** elaborar os estudos, pareceres e sugestões, de competência da COPRON, nos assuntos diretamente relacionados às atividades do SIPRON para a CNAAA; **(III)** elaborar as propostas para a atualização da legislação referente aos assuntos diretamente relacionados às atividades do SIPRON na CNAAA; **(IV)** planejar e propor à COPRON o Programa Anual de Atividades do SIPRON, referente à CNAAA; **(V)** planejar e coordenar os exercícios de resposta a situações de emergência nuclear na CNAAA; **(VI)** elaborar e coordenar um programa de verificação da qualidade de planejamento de resposta a uma situação de emergência nuclear na CNAAA; **(VII)** avaliar o desenvolvimento dos exercícios de resposta a situações de emergência nuclear realizados, de acordo com o previsto no programa mencionado no inciso VI, e propor a adoção de medidas e procedimentos necessários ao aperfeiçoamento e à complementação dos planos existentes; **(VIII)** acompanhar e avaliar o planejamento e a execução das campanhas de esclarecimento e das atividades de notificação pública relativas à resposta a situações de emergência nuclear na CNAAA, propondo as alterações julgadas convenientes para os seus aperfeiçoamentos; e **(IX)** propor os programas de treinamento de recursos humanos para a execução das ações de resposta a situações de emergência nuclear na CNAAA.

Para tanto, a Portaria 777 também definiu que o COPREN/AR, sob a coordenação do representante do Ministério da Ciência e Tecnologia, seria constituído por representantes dos seguintes órgãos e Instituições: Secretaria Nacional de Defesa Civil do Ministério da Integração Nacional (SEDEC/MI); Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN); Departamento Geral de Apoio Comunitário (DGAC), da Secretaria Estadual de Defesa Civil do Governo do Estado do Rio de Janeiro; Coordenadoria Municipal de Defesa Civil da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis (COMDEC/AR); 10º Grupamento do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (10º GBM); Eletrobrás Termonuclear S/A

---

<sup>62</sup> Portaria nº 777, de 30 de outubro de 2003. Disponível em:

<<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=2&pagina=3&data=31/10/2003>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

(ELETRONUCLEAR); Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (FEEMA); e Agência Rio de Janeiro da Agência Brasileira de Inteligência (ABIN/RJ).

Em março de 2011, a Portaria nº 8 GSI/PR, publicada com o intuito de disciplinar as atividades do COPREN/AR, promoveu algumas alterações significativas na organização desse comitê, como por exemplo a participação de representantes do Gabinete de Segurança Institucional, do Centro de Coordenação e Controle de Emergência Nuclear (CCCEN) e da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Paraty (COMDEC/PY). Além disso, tal portaria manteve com o COPREN/AR o planejamento dos exercícios de resposta a situações de emergência nuclear na CNAAA, mas transfere a coordenação operacional dos exercícios para o Governo do Estado do Rio de Janeiro<sup>63</sup>.

Assim, tanto a COPRON como o CASLON realizam ações circunscritas a todas as atividades de proteção do PNB. Todavia, cabe ao COPREN/AR o assessoramento e planejamento das ações específicas no que se refere à eventualidade de uma situação de emergência na CNAAA.

### 3.2.2 A Estrutura Operacional para Resposta a Emergência na Central Nuclear Brasileira

Em março de 1997 foi aprovada pela Portaria nº 27/SAE a Norma Geral nº 6 do SIPRON (NG-06/SIPRON)<sup>64</sup>, estabelecida com o propósito de regular as medidas necessárias à instalação e ao funcionamento da estrutura operacional encarregada da resposta a uma situação de emergência nuclear que afete o território brasileiro ou que, de algum modo, possa afetá-lo. Portanto, as situações de emergência que por ventura ocorram na CNAAA também poderão desencadear as ações previstas nesse instrumento normativo.

Tal norma prevê que quando configurada uma situação de emergência nuclear, que no caso da CNAAA será a confirmação do enquadramento de tal situação na classe de emergência

---

<sup>63</sup> Portaria nº 8/GSIPR, de 24 de março de 2011. Disciplina as atividades do Comitê de Planejamento de Resposta a Situações de Emergência Nuclear no Município de Angra dos Reis - COPREN/AR. Disponível em: <<http://www.sipron.planalto.gov.br/colégiados/copren-ar/123-colegiados-sipron/documentos/3608-normalizacao-copren-ar>>. Acesso em: 2 jun. 2014.

<sup>64</sup> NG-06 - Norma Geral para Instalação e Funcionamento dos Centros Encarregados da Resposta a uma Situação de Emergência Nuclear. Disponível em: <<http://sipron.planalto.gov.br/legislacao/normas/gerais/83-legislacao/3618-ng-06-norma-geral-para-instalacao-e-funcionamento-dos-centros-encarregados-da-resposta-a-uma-situacao-de-emergencia-nuclear>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

denominada “ALERTA”, conforme o PEE/RJ (RIO DE JANEIRO, 2013), a resposta governamental deverá ser a ativação dos seguintes centros de resposta, a saber: Centro Nacional para o Gerenciamento de uma Situação de Emergência Nuclear (CNAGEN), localizado em Brasília / DF; Centro Estadual de Gerenciamento de Emergência Nuclear (CESTGEN), localizado no Rio de Janeiro / RJ; Centro de Coordenação e Controle de Emergência Nuclear (CCCEN), localizado em Angra dos Reis / RJ; e Centro de Informações de Emergência Nuclear (CIEN), localizado em Angra dos Reis / RJ.

Então, também em conformidade com o estabelecido na Norma Interna nº 01 / SIPRON que trata da “Instalação e Funcionamento do Centro Nacional para o Gerenciamento de uma Situação de Emergência Nuclear”, aprovada pelo Boletim Interno GSIPR nº 34, de 24 de agosto de 2012<sup>65</sup>, o Coordenador-Geral do SIPRON ordenará a ativação do **Centro Nacional para o Gerenciamento de uma Situação de Emergência Nuclear (CNAGEN)** tão logo o Órgão Central do SIPRON seja informado pela CNEN sobre as características da ocorrência na CNAAA, tais como: desvio significativo das condições de normalidade da Central; situações em que ocorra a perda do controle do reator nuclear, podendo resultar em liberação de radiação para o meio ambiente, exposição de pessoas e danos à propriedade; e remoção não autorizada de material nuclear da Central.

Após ativação, o CNAGEN realizará ações com o propósito de: **(I)** prestar assessoria de alto nível para decisões do Governo Federal; e **(II)** supervisionar o apoio dos órgãos federais, entidades públicas e/ou privadas nacionais ou internacionais e governos estrangeiros, na complementação das ações empreendidas e dos meios utilizados na resposta a uma situação de emergência nuclear.

Para tanto, o CNAGEN, sob a coordenação geral do SIPRON, será integrado por representantes dos seguintes órgãos: Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI/PR); Ministério da Justiça (MJ); Ministério das Relações Exteriores (MRE); Ministério dos Transportes (MT); Ministério da Saúde (MS); Ministério de Minas e Energia (MME); Ministério do Meio Ambiente (MMA); Ministério das Comunicações (MC);

---

<sup>65</sup> NI-01 - Norma Interna para Instalação e Funcionamento do Centro Nacional para o Gerenciamento de uma Situação de Emergência Nuclear, aprovada pelo BI GSIPR nº 34, de 24 de agosto de 2012. Disponível em: <<http://sipron.planalto.gov.br/legislacao/normas/internas/83-legislacao/3621-ni-01-norma-interna-para-instalacao-e-funcionamento-do-centro-nacional-para-o-gerenciamento-de-uma-situacao-de-emergencia-nuclear>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

Ministério da Defesa (MD); Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI); Ministério da Integração Nacional (MI); Agência Brasileira de Inteligência (ABIN); Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); e Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

No que se refere à CNAAA, considerando o estabelecido na Norma Geral nº 6 do SIPRON e no PEE/RJ (RIO DE JANEIRO, 2013), cabe ao Governo do Estado do Rio de Janeiro a ativação do **Centro Estadual de Gerenciamento de Emergência Nuclear (CESTGEN)**<sup>66</sup>, tendo esse a competência para: **(I)** implementar o Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ); **(II)** prestar assessoria de alto nível para as decisões do Governo do Estado do Rio de Janeiro; **(III)** coordenar o apoio do governo federal, órgãos federais, entidades públicas e/ou privadas sediadas no Estado do Rio de Janeiro, para complementação das ações realizadas e meios empregados na resposta a uma situação de emergência nuclear; e **(IV)** manter o CNAGEN informado sobre a situação de emergência.

Ao longo do tempo e após cinco revisões no Plano de Emergência Externo (PEE/RJ), a representação das organizações no CESTGEN sofreu algumas alterações. No Quadro 2, que busca ilustrar parte das modificações organizacionais ocorridas no CESTGEN, no período entre 1997 e 2013, é possível perceber modificações, por exemplo, tanto nos requisitos para nomeação dos coordenadores desse centro, como no que se refere à ampliação no número de participantes, passando de vinte em 1997 para vinte e quatro organizações em 2013.

**Quadro 2:** Evolução da Participação das Organizações no CESTGEN

CENTRO ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR – CESTGEN			
	1999 3ª Revisão	2008 4ª Revisão	2013 5ª Revisão
<b>Coordenador-Geral</b>	Diretor do Departamento Geral de Apoio Comunitário – DGAC, da Secretaria de Estado de Defesa Civil (SEDEC)	Cel BM ou Ten Cel BM QOC, da ativa do CBMERJ, designado pelo Subsecretário de Estado de Defesa Civil – SESDEC/RJ	Cel BM ou Ten Cel BM QOC, designado pelo Secretário de Estado de Defesa Civil – SEDEC/RJ
<b>Coordenador-Adjunto</b>	Assessor do Diretor do DGAC	Cel BM ou Ten Cel BM QOC, da ativa do CBMERJ, designado pelo Subsecretário de Estado de Defesa Civil – SESDEC/RJ	Oficial Superior BM QOC, designado pelo Secretário de Estado de Defesa Civil – SEDEC/RJ
<b>Nr</b>	<b>Organizações Participantes</b>		
<b>1</b>	Órgãos do Sistema Estadual de Defesa Civil (SIEDEC)	Subsecretaria de Defesa Civil da Secretaria de Estado de Saúde e Defesa Civil	Departamento Geral de Defesa Civil
<b>2</b>	Eletrobrás Termonuclear S.A. (ELETRONUCLEAR)		
<b>3</b>	Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)		
<b>4</b>	Comando do 1º Distrito Naval (1º DN)		

<sup>66</sup> Sítio Internet do CESTGEN: <<http://cestgen.defesacivil.rj.gov.br/>>

5	Comando Militar do Leste (CML)		
6	III Comando Aéreo Regional (III COMAR)		
7	Secretaria de Estado de Saúde (SES)	Subsecretaria de Estado de Saúde da Secretaria de Estado de Saúde e Defesa Civil; através da Superintendência de Saúde	Secretaria de Estado de Saúde – SES
8	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ)		
9	Secretaria de Estado de Segurança Pública (SSP)	Secretaria de Estado de Segurança (SESEG)	
10	Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro (PMERJ)		
11	Coordenadoria Estadual de Operações Aéreas (CGOA)	Coordenadoria Militar do Gabinete Civil, através da Coordenadoria Adjunta de Operações Aéreas (CAOA)	Grupamento de Operações Aéreas – GOA
12	Secretaria de Estado de Educação (SEE)	Secretaria de Estado de Educação (SEEDUC)	
13	Secretaria de Estado de Transportes (SECTRAN)	Secretaria de Estado de Transportes (SETRANS)	
14	Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos (SESRH)	Secretaria de Estado do Ambiente (SEA)	
15	Secretaria de Estado de Ação Social / Esporte e Lazer (SASEL)	Secretaria de Estado de Assistência Social e Direitos Humanos (SEASDH)	
16	Agência Regional do Órgão de Inteligência vinculado à Presidência da República	Superintendência Estadual da Agência Brasileira de Inteligência (ABIN/RJ)	
17	Delegacia Regional do Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego (DRT/RJ)		Superintendência Regional do Trabalho e Emprego (SRTE/RJ)
18	Polícia Rodoviária Federal (PRF)	5ª Superintendência Regional da Polícia Rodoviária Federal (SRPRF/RJ)	
19	Companhia de Eletricidade do Estado do Rio de Janeiro (CERJ)	Companhia de Energia Elétrica – AMPLA	
20	Concessionária de Telefonia (TELEMAR / OI)		
21	-	Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)	
22	-	Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro (PCERJ)	
23	-	Secretaria de Estado de Obras (SEOBRAS), através da Companhia Estadual de Distribuição de Água e Esgoto (CEDAE)	Secretaria de Estado de Obras (SEOBRAS)
24	-		Cruz Vermelha Brasileira - Filial do Estado do Rio de Janeiro

**Fonte:** Elaborado pelo Autor, a partir do PEE/RJ (3ª, 4ª, 5ª revisões)

Mas, em verdade, a simples inclusão de organizações no sistema de resposta à emergência não pode ser considerada em si um aprimoramento do mesmo, pois uma avaliação mais criteriosa deveria observar as motivações, contribuições e benefícios que a participação de tais organizações trazem ou podem trazer para a resposta à uma emergência nuclear.

Contudo, tanto as alterações nos requisitos para nomeação dos coordenadores como a inclusão de novas organizações poderiam ser observadas, de uma forma geral, como evidências do aprimoramento dos mecanismos de resposta à emergência na CNAAA e, por isso, passíveis de investigação.

Tal perspectiva poderia, por exemplo, contribuir para discussões sobre aspectos políticos e organizacionais relacionados com as transformações ocorridas na composição dos centros ao longo do tempo, que de alguma forma irão refletir no planejamento e nas ações de resposta à emergência. Apesar disso, essa questão não se encontra contemplada no escopo desta pesquisa.

A Norma Geral nº 06 do SIPRON (NG-06/SIPRON), de março de 1997, prevê o estabelecimento do **Centro de Coordenação e Controle de Emergência Nuclear (CCCEN)**, que no caso de uma situação de emergência nuclear na CNAAA teria a competência para: **(I)** coordenar a execução das ações que lhe são atribuídas no Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ); **(II)** coordenar o apoio dos diversos órgãos, sediados no município do Rio de Janeiro, com responsabilidade na resposta a uma situação de emergência; **(III)** solicitar apoio aos órgãos municipais, estaduais e federais, sediados em sua área de influência para implementar as ações necessárias e complementar os meios utilizados na resposta a uma situação de emergência nuclear; **(IV)** orientar o Centro de Informações de Emergência Nuclear (CIEN) quanto a evolução da situação de emergência.

Na 3ª revisão do Plano de Emergência Externo (PEE/RJ)<sup>67</sup>, aprovada pelo Governador do Estado do Rio de Janeiro, em novembro de 1997, além das competências já atribuídas pela NG-06/SIPRON consta uma ampliação do rol de competências do CCCEN<sup>68</sup>, sendo essas: **(V)** manter o CESTGEN e o CNAGEN informados da evolução da situação; **(VI)** notificar à população as medidas de proteção a serem adotadas em uma emergência nuclear; **(VII)** promover a manutenção da ordem pública na área considerada sob emergência; **(VIII)** promover, juntamente com os órgãos competentes, o controle do acesso aos setores terrestres interditados, assim como o trânsito nesses e nos demais setores das Zonas de Planejamento de Emergência (ZPE); **(IX)** solicitar, através dos órgãos competentes, as providências para o controle do acesso aos setores marítimos e aéreos interditados; **(X)** promover a ativação dos abrigos previstos; **(XI)** promover o acionamento dos meios de transporte necessários à remoção da população; **(XII)** promover a remoção da população; **(XIII)** promover o atendimento às necessidades básicas da população removida; **(XIV)** promover a segurança dos bens públicos e privados, localizados nas áreas sob emergência; **(XV)** providenciar a assistência de acidentados e contaminados; **(XVI)** providenciar o retorno da população removida, após a normalização da situação.

---

<sup>67</sup> O Plano de Emergência Externo (PEE/RJ) encontra-se na 5ª. Revisão, aprovada em setembro de 2013. Disponível em: < <http://www.cestgen.defesacivil.rj.gov.br/images/stories/PEE/pee.pdf> >. Acesso em: 26 mar. 2014

<sup>68</sup> Essas competências foram mantidas na 4ª. e 5ª. Revisões do PEE/RJ.

Assim como o CESTGEN, o CCCEN também teve a sua estrutura organizacional remodelada no decorrer do tempo. O Quadro 3, mostra a dinâmica das entradas e saídas de organizações na composição formal desse centro de resposta.

No entanto, cabe destacar que, conforme o PEE/RJ, o coordenador geral do centro tem autoridade para convidar a seu critério outras organizações para participar e complementar o esforço de resposta à emergência. Nesse aspecto, o quadro abaixo não contempla organizações que eventualmente possam ter sido convidadas a participar em alguns dos exercícios gerais do plano de emergência da CNAAA.

**Quadro 3:** Evolução da Participação das Organizações no CCCEN

<b>CENTRO DE COORDENAÇÃO E CONTROLE DE EMERGÊNCIA NUCLEAR - CCCEN</b>			
	1999 3ª Revisão	2008 4ª Revisão	2013 5ª Revisão
<b>Coordenador-Geral</b>	Comandante do 10º GBM	Cel BM ou Ten Cel BM QOC, da ativa do CBMERJ, que possua o Curso de Especialização em Emergências Radiológicas e Nucleares (CEERN), a ser designado pelo Subsecretário de Estado de Defesa Civil/RJ	Cel BM ou Ten Cel BM, que possua o Curso de Especialização em Emergências Radiológicas e Nucleares (CEERN), a ser designado pelo Secretário de Estado de Defesa Civil/RJ
<b>Coordenador-Adjunto</b>	Subcomandante do 10º GBM	Cel BM ou Ten Cel BM QOC, da ativa do CBMERJ, que possua o Curso de Especialização em Emergências Radiológicas e Nucleares (CEERN), a ser designado pelo Subsecretário de Estado de Defesa Civil/RJ	Oficial Superior BM, que possua o Curso de Especialização em Emergências Radiológicas e Nucleares (CEERN), a ser designado pelo Secretário de Estado de Defesa Civil/RJ
<b>Nr</b>	<b>Organizações Participantes</b>		
1	Eletrobrás Termonuclear S.A. (ELETRONUCLEAR)		
2	Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)		
3	Marinha do Brasil (MB), por meio do Colégio Naval (CN)		
4	Prefeitura Municipal de Angra dos Reis (PMAR)		
5	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA)	Instituto Estadual do Ambiente (INEA)	
6	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER)	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte (DNIT)	
7	Polícia Rodoviária Federal (PRF)		
8	Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro (PMERJ)		
9	Concessionária de Telefonia (TELEMAR / OI)		
10	Companhia de Água e Esgoto (CEDAE)		
11	Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro (CERJ)	Companhia de Energia Elétrica (AMPLA)	
12	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Paraty (COMDEC / PY)	-	
13	-	Secretaria de Estado de Saúde e Defesa Civil	Secretaria de Estado de Defesa Civil
14	-	Exército Brasileiro (EB)	
15	-	Força Aérea Brasileira (FAB)	
16	-	Superintendência Estadual Rio de Janeiro / ABIN (SERJ/ABIN)	
17	-	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ)	
18	-	Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro (PCERJ)	
19	-	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)	

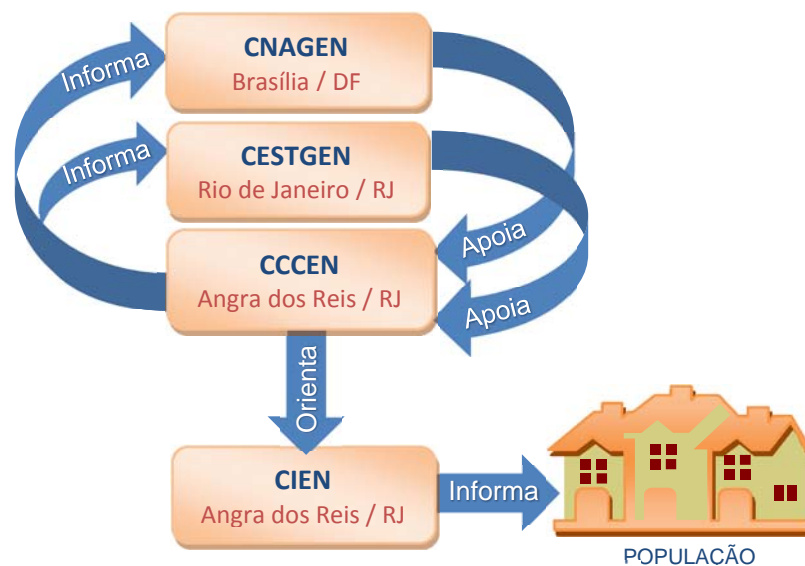
**Fonte:** Elaborado pelo Autor, a partir do PEE/RJ (3ª, 4ª, 5ª revisões)

O Centro de Informações de Emergência Nuclear (CIEN) opera a partir das orientações emanadas pelo CCCEN. Atualmente, sob a coordenação da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, tem a competência para planejar, coordenar e promover a difusão de informações ao público e à imprensa sobre a situação de emergência.

Além da Defesa Civil Estadual, fazem parte do CIEN, conforme SEDEC (2013), a assessoria de Comunicação Social da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, representantes da Defesa Civil do Município de Paraty, da CNEN e da ELETRONUCLEAR.

Para uma melhor compreensão das atividades dos centros de resposta, a Figura 12 apresenta de forma esquemática e simplificada parte da dinâmica de interação do CCCEN com os demais centros durante uma situação de emergência nuclear na CNAAA.

**Figura 12:** Simplificação da Dinâmica de Interação do CCCEN com os demais Centros de Resposta durante uma situação de emergência nuclear



**Fonte:** Elaborada pelo Autor, a partir Norma Geral nº 6 do SIPRON e PEE/RJ (5ª. Revisão)

A partir da figura anterior, é interessante refletir que a indicação dos representantes das organizações nesses centros acontece normalmente seguindo critérios específicos, conforme a cultura organizacional e a missão de cada organização dentro do sistema de resposta.

Por exemplo, nas organizações militares, de uma forma geral, é possível perceber que as indicações dos representantes para os centros acontecem, naturalmente, respeitando a estrutura hierárquica da carreira militar.

Por outro lado, instituições mais especializadas, como a CNEN, tendem a nomear os seus representantes nesses centros considerando critérios menos hierárquicos e mais técnicos,

considerando a sua função específica, em especial no que se refere à necessidade de prestar assessoramento e suporte técnico dentro dos centros de resposta.

### **3.3 OS EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR: Um caminho para a aprendizagem**

É oportuno observar que por melhor que pareça ser um plano de emergência, enquanto objeto documental que necessita incorporar em sua essência a coerência, a razoabilidade e a exequibilidade, é somente exercitando-o em campo que será possível proporcionar às organizações e às populações envolvidas o contato com experiências e evidências factíveis que poderão levá-las, ou não, a ampliar sua confiança quanto à viabilidade e efetividade das ações ora planejadas para fazer frente às situações reais relacionadas com uma emergência nuclear.

No caso da CNAAA, existem vários tipos de exercícios de emergência que acontecem durante o ano e em momentos pré-determinados, seja unicamente com a participação de técnicos da Eletronuclear e da CNEN, para verificação de procedimentos internos, seja com a participação de um espectro maior de organizações e da população das proximidades da CNAAA, visando, por exemplo, exercitar as cadeias de comando e controle que estariam envolvidas em uma situação de emergência, as alternativas para a evacuação da população eventualmente afetada ou os mecanismos utilizados para alertar a população em caso de emergência nuclear na CNAAA.

A quantidade e relevância dos exercícios de emergência da CNAAA levaram a necessidade de estabelecer um critério para priorização dos exercícios que seriam usados como insumo para as reflexões e argumentações desta pesquisa.

Assim, foi feita a opção pela observação e obtenção de evidências relacionadas com os exercícios que de alguma forma são percebidos pela população local e que envolvem um conjunto maior de organizações.

Desta forma, inicialmente, é destacado o exercício realizado com maior frequência, sob o ponto de vista da população. O exercício de acionamento do Sistema de Alarme por Sirenes

é realizado em todos os meses do ano, no dia 10 às 10 horas da manhã<sup>69</sup>. Esse sistema é, atualmente, constituído por 08 (oito) torres, localizadas nas Zonas de Planejamento de Emergência 3 e 5, dotadas de sirenes eletrônicas de alta potência, omnidirecionais, que emitem sons que alcançam uma distância de 1.600 metros.

Acionadas por meio de painéis de comando localizados respectivamente nas unidades de bombeiro-militar do Frade (painel principal) e Angra dos Reis (painel auxiliar), as sirenes contam com recurso para emitir sinais sonoros e mensagens pré-gravadas ou em viva voz (RIO DE JANEIRO, 2013).

Durante uma situação real de emergência na CNAAA essas sirenes serão inicialmente acionadas no caso de declaração de Emergência de Área, quando a população circunvizinha à CNAAA será colocada em sobreaviso.

Contudo, antes do acionamento das sirenes “[...] todas as viaturas e equipes de campo deverão estar distribuídas na área operacional, a fim de evitar a desorientação da população, facilitando as demais operações” (RIO DE JANEIRO, 2013, p.18).

No que diz respeito a esta pesquisa, esse sistema de alarme é um componente do Plano de Emergência que contribui para a formulação de algumas questões que podem ser observadas sob a perspectiva da aprendizagem, inovação e comunicação e sua relação com o aprimoramento do planejamento e das ações relacionados com tal sistema.

É relevante também observar que existem duas torres com sirenes de alarme localizadas no lado oeste das Usinas, especificamente na região da Praia Vermelha, conforme Figura 13. É possível presumir que a convivência da população com o referido sistema de alarme tenha o potencial para produzir impactos e desdobramentos que, de alguma forma, podem contribuir tanto para lembrança de ações e procedimentos previstos no Plano de Emergência como, também, sobre questões relativas a eventuais riscos associados a essa região.

---

<sup>69</sup> ELETRONUCLEAR. Site Institucional. Disponível em:

<<http://www.eletronuclear.gov.br/Saibamais/PlanodeEmergência.aspx>>. Acesso em: 2 maio 2014.

**Figura 13:** Posicionamento das Sirenes no Lado Oeste da CNAAA, na ZPE 5



**Fonte:** RIO DE JANEIRO, 2013

Em todos os anos ímpares são realizados os chamados Exercícios Gerais do Plano de Emergência da CNAAA, que visam promover o acionamento de meios e o exercício de toda estrutura de comando e controle necessária para resposta a uma situação de emergência nuclear na Central, contando inclusive com o maior envolvimento da população diretamente afetada no caso de uma emergência nuclear na CNAAA.

Os primeiros exercícios tinham duração de apenas um dia. Contudo, em 2011 esse passou a ter a duração de dois dias, inclusive com a realização de atividades noturnas, e em 2013 foi, pela primeira vez, executado durante um período de três dias.

Esse histórico de aumento progressivo na duração dos exercícios gerais, que resultam em consequências e experiências diversas, parecem apontar para algum tipo de movimento de aprimoramento contínuo do sistema de planejamento e resposta para uma emergência na CNAAA.

Nos anos pares são realizados exercícios parciais, que têm como foco o aprimoramento de ações específicas do Plano, que necessitam de maior atenção e prática. Por exemplo, um dos

objetivos do exercício parcial de 2008<sup>70</sup> foi exercitar os procedimentos médicos de atendimento a radioacidentados, realizados pelo Centro Médico das Radiações Ionizantes (CMRI) em Angra dos Reis e pelo Hospital Naval Marcílio Dias (HNMD). Já em 2010, o exercício parcial, teve como objetivo testar a eficácia da cadeia de comunicação do Plano de Emergência Externo (PEE/RJ)<sup>71</sup>.

Assim, desde que o SIPRON foi regulamentado em abril de 1997, através do Decreto nº 2.210<sup>72</sup>, foi possível constatar a realização de 9 (nove) exercícios parciais e 9 (nove) exercícios gerais do Plano de Emergência da CNAAA<sup>73</sup>, conforme apresentado no Quadro 4.

**Quadro 4:** Cronologia da Realização dos Exercícios Gerais e Parciais do Plano de Emergência da CNAAA, após a publicação da NG-06 do SIPRON

Período	Tipo de Exercício	Observadores Internacionais
03 de Abril de 1997	Parcial	-
12 de Junho de 1997	Geral	6
11 de Novembro de 1999	Geral	4
31 de Agosto de 2000	Parcial	-
08 de Novembro de 2001	Geral	3
Outubro de 2001	Parcial	-
Setembro de 2002	Parcial	11
31 de Julho de 2003	Geral	2
21 de Outubro de 2004	Parcial	1
05 de Outubro de 2005	Geral	-
10 de Outubro de 2006	Parcial	-
18 de Outubro de 2007	Geral	-
16 de Outubro de 2008	Parcial	-
22 de Outubro de 2009	Geral	12

<sup>70</sup> Notícia publicada no site da Prefeitura de Angra dos Reis. Disponível em:

<[http://www.angra.rj.gov.br/secretaria\\_sdc\\_noticias\\_release.asp?id=133&IndexSigla=DEFESA&vNomeLink=MC T%20coordenar%E1%20mais%20um%20Exerc%EDcio%20Parcial](http://www.angra.rj.gov.br/secretaria_sdc_noticias_release.asp?id=133&IndexSigla=DEFESA&vNomeLink=MC T%20coordenar%E1%20mais%20um%20Exerc%EDcio%20Parcial)>. Acesso em: 5 maio 2014.

<sup>71</sup> Notícia publicada no site da Eletronuclear. Disponível em:

<<http://www.eletronuclear.gov.br/Not%C3%ADcias/NoticiaDetalhes.aspx?NoticiaID=260>>. Acesso em: 5 maio 2014.

<sup>72</sup> Decreto nº 2.210, de 22 de abril de 1997. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1997/D2210.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1997/D2210.htm)>. Acesso em: 24 abr. 2013.

<sup>73</sup> Antes de 1997, segundo Souza Junior (1990, p.135), foram realizados dois exercícios do Plano Geral de Emergência, acontecidos no 1º e 2º Semestre de 1989. Para realização do exercício geral de 1997, foram realizados testes parciais em dezembro de 1996 e abril de 1997 (ANDREUZZA, 1998, p.4).

23 de Setembro de 2010	Parcial	-
31 de Agosto a 1 de Setembro de 2011	Geral	15
03 de Outubro de 2012	Parcial	-
10 a 12 de Setembro de 2013	Geral	11

**Fonte:** Elaborado pelo autor a partir de informações obtidas no sítio do SIPRON; Exercício Geral de Emergência: Manual de Instruções, jun. 1997; ANDREUZZA, 1998; Manual do Exercício Geral de Resposta à Emergência Nuclear – Angra 2013; ELETRONUCLEAR, 2013; II Relatório Nacional do Brasil – Convenção de Segurança Nuclear, Set. 2001; Relatório Anual do IRD/CNEN, 1997.

A participação de observadores internacionais nos exercícios de emergência apresenta ao menos duas faces, sendo ambas associadas à possibilidade de aprendizagem como resultado da interação com representantes de países e organizações.

A primeira estaria relacionada à potencial absorção de conhecimentos tácitos e práticas em função da interação com representantes de outros países, de seus organismos regulatórios e operadoras de usinas nucleares.

Já a participação de observadores internacionais da Agência Internacional de Energia Atômica, por exemplo, é uma segunda vertente, pois pode ser entendida como um sinal de transparência no planejamento das ações para uma situação de emergência, por parte do país anfitrião. Mas, pode também ser útil caso o organismo internacional, de alguma forma, valide as ações desenvolvidas no exercício ou realize algum tipo de recomendação com base na sua experiência internacional, obtida a partir de conhecimentos e experiências acumuladas através da observação de exercícios similares realizados em outros países.

Por fim, vale destacar que, de uma forma geral, esses exercícios testam a estrutura de tomada de decisão, em conformidade com as ações previstas na NG-06 (Norma Geral para Instalação e Funcionamento dos Centros encarregados da Resposta a uma Situação de Emergência Nuclear), no Plano de Emergência Externo do Governo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ), no Plano de Emergência Local (PEL) da ELETRONUCLEAR, no Plano para Situações de Emergência (PSE) da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e nos Planos de Emergência Complementares (PEC) dos Órgãos integrantes do SIPRON (SIPRON, 2013).

## **4 PARA ENTENDER A DINÂMICA EVOLUTIVA DE UM PLANO DE EMERGÊNCIA**

Este capítulo foi elaborado com o propósito de criar a fundamentação teórico-conceitual necessária para sustentação das reflexões e argumentações sobre a dinâmica evolutiva da preparação e resposta às situações de emergência na Central Nuclear Brasileira que serão apresentadas posteriormente no Capítulo 6.

A dinâmica evolutiva é discutida, nesta pesquisa, considerando o conjunto de ações científico-institucionais e sócio-participativas desenvolvidas ao longo do tempo com o propósito de aprimorar a preparação e resposta à emergência, acreditando que essas são essencialmente suportadas por processos de aprendizagem organizacional, inovação e comunicação de risco.

Em função desse pressuposto, este capítulo apresenta seções específicas para o aprofundamento de cada um desses processos.

### **4.1 O APRIMORAMENTO: A Dinâmica de um Ciclo**

A partir da década de 1930, trabalhos pioneiros de Walter A. Shewart, William Edward Deming e outros pesquisadores da Bell Laboratories contribuíram para o desenvolvimento de uma abordagem voltada para o controle e melhoria contínua de processos e produtos, sendo a mesma frequentemente chamada de “Controle de Qualidade” (DAVENPORT, 1994).

Ao argumentar que produtos, serviços e processos deveriam ser redesenhados e melhorados continuamente, Deming desenvolveu, a partir dos trabalhos de Shewart, o Ciclo PDCA, ou Ciclo de Deming como posteriormente ficou conhecido (WEINSTEIN, 2004).

O Ciclo PDCA é um instrumento que busca ajudar as organizações na identificação de oportunidades para o aprimoramento contínuo de processos e controles, a partir do inter-relacionamento de quatro atividades: Planejar (**P**lan), Executar (**D**o), Avaliar (**C**heck) e Corrigir (**A**ct) (WEINSTEIN, 2004).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da publicação de NBR ISO 9001<sup>74</sup> que trata do Sistema de Gestão da Qualidade e seus requisitos, define resumidamente as

---

<sup>74</sup> NBR ISO 9001 – Sistemas de Gestão da Qualidade – requisitos. dez. 2000.

atividades do modelo PDCA como: **(1) Planejar** – estabelecer os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e políticas da organização; **(2) Executar** – Implementar os processos; **(3) Avaliar** – monitorar e medir processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e requisitos do produto e relatar os resultados e; **(4) Corrigir** – executar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo.

O guia técnico de referência TECDOC-1580, intitulado *Best Practices in the Utilization and Dissemination of Operating Experience at Nuclear Power Plants*, publicado pela AIEA, considera o uso do ciclo PDCA uma boa prática para a promoção do aprimoramento contínuo através do aproveitamento (MARCH, 1991) da experiência operacional em áreas como operação, manutenção, engenharia, suporte técnico, gestão de combustível, radioproteção, garantia de qualidade, treinamento e preparação para emergências.

No TECDOC-1580 as atividades do modelo PDCA são operacionalizadas da seguinte forma:

**(1) Planejar** para melhorar as operações e descobrir se algo está indo mal (experiência operacional). Identificar potenciais problemas. Coletar dados adicionais, se necessário, para identificar e verificar a causa raiz;

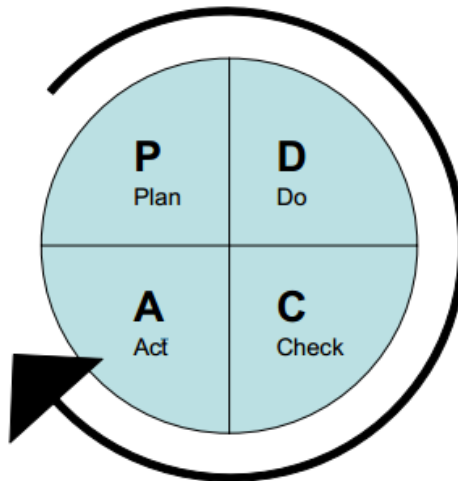
**(2) Executar** mudanças para resolver problemas em pequena escala ou experimentais. Estabelecer critérios para a seleção de uma solução. Gerar soluções para resolver a causa raiz do problema. Obter a aprovação e apoio para a solução selecionada. Implementar a solução escolhida a partir de uma base experimental ou projeto piloto;

**(3) Avaliar** se alterações experimentais ou o projeto piloto estão alcançando os resultados desejados. Coletar dados sobre a solução e analisá-los. Conferir as principais atividades para garantir a qualidade do resultado e a identificação de novos problemas e;

**(4) Agir** para implementar as mudanças em escala maior, se considerar que as alterações experimentais ou o piloto foram bem-sucedidos. Envolver outras pessoas (departamentos e fornecedores) afetadas pelas mudanças e obter sua cooperação para implementá-las. Planejar o monitoramento contínuo da solução. Dar o *Feedback* da experiência operacional. Continuar procurando melhorias incrementais para refinar a solução.

A abordagem cíclica dessas atividades, conforme Figura 14, reforça a percepção de que o processo de aprimoramento nunca termina e que resultados do passado constituem a base para trajetórias institucionais futuras (DAVID, 2000; TIGRE, 2006).

**Figura 14:** Ciclo PDCA –Aprimoramento de Processos e Controles



**Fonte:** IAEA-TECDOC-1580

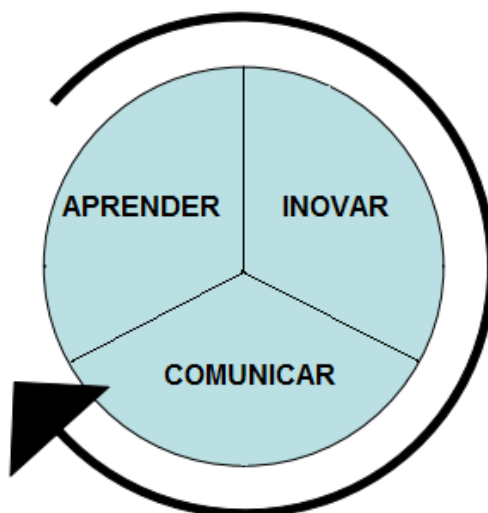
São consideradas importantes as contribuições que a aplicação do ciclo PDCA podem trazer para o aprimoramento de processos, produtos e, mais especificamente, no que se refere a esta pesquisa, para a dinâmica do planejamento de situações de emergência em centrais nucleares.

Apesar desse reconhecimento, esta pesquisa busca apresentar uma perspectiva complementar, com foco em processos temáticos, considerados aqui elementos estruturantes do sistema de preparação e resposta a emergências em centrais nucleares.

Assim sendo, a pesquisa sinaliza a possibilidade de um novo olhar sistêmico sobre o aprimoramento continuado desse sistema e sua dinâmica evolutiva, considerando a capacidade e a necessidade das organizações participantes: **(1)** aprenderem, acumularem conhecimentos e aumentarem a sua capacidade absorptiva (COHEN; LEVINTHAL, 1990) ao longo do tempo; **(2)** proporem inovações de forma incremental e, sempre que possível, com caráter sócio-participativo; e **(3)** reforçarem a relação de confiança com a população, disponibilizando meios para que ela seja um ator cada vez mais participativo dentro do sistema, através da apresentação de dúvidas, considerações e sugestões alternativas, constituindo-se em forças sociais que estimulam mudanças (LUNDVALL, 1985) e têm potencial de promover a retroalimentação dos processos de aprendizagem e inovação.

A Figura 15 ilustra a dinâmica evolutiva discutida aqui com base nos processos de aprendizagem organizacional, inovação e comunicação de risco.

**Figura 15:** Esboço da Dinâmica Evolutiva do Sistema de Emergência de Centrais Nucleares e seus elementos estruturantes



**Fonte:** Elaborada pelo Autor a partir de adaptações do IAEA-TECDOC-1580

Essa perspectiva temática pode inclusive propiciar a incorporação do ciclo PDCA em cada um de seus processos individualmente. Em princípio, poderiam ser estabelecidas políticas e estratégias no âmbito do sistema de emergência com foco no fortalecimento dos processos de aprendizagem, inovação e comunicação, sendo a aplicação do ciclo PDCA um instrumento importante no que se refere ao aprimoramento e controle de cada um desses processos.

Os elementos estruturantes representados na Figura 15 serão apresentados nas seções 4.2, 4.3 e 4.4 visando aprofundar, delimitar e constituir o aporte teórico que será utilizado nas reflexões e argumentações do Capítulo 6.

## 4.2 O PROCESSO DE APRENDIZAGEM

Esta seção buscará preferencialmente apresentar conceitos associados à aprendizagem e geração de conhecimento no âmbito das organizações, considerados relevantes para as reflexões a respeito da dinâmica evolutiva do sistema de preparação e resposta às situações de emergência em centrais nucleares.

Informação e o conhecimento são elementos essenciais do processo de aprendizagem, sendo particularmente valorizados na elaboração e aprimoramento de um plano de emergência

nuclear, em virtude de suas características intrínsecas e especificidades da sua dinâmica evolutiva, que envolve saberes complexos, cooperação, fatos, subjetividades, entre outros.

Destacam-se também alguns conceitos e características apropriados da literatura sobre aprendizagem organizacional, os quais foram organizados e tratados neste estudo sob a perspectiva do estabelecimento de dimensões, consideradas elementos centrais da observação sistematizada do processo de aprendizagem no sistema de emergência da CNAAA, conforme Capítulo 6.

#### 4.2.1 A Informação e o Conhecimento

A preparação e resposta a uma situação de emergência é algo complexo, constituída por saberes diversos, muitas vezes compartilhados através de redes formais e informais de cooperação, envolvendo distintas culturas em termos nacionais, internacionais, técnicos, organizacionais, entre outros. Tal atividade possui uma dinâmica própria no que se refere ao estabelecimento de fluxos, circulação e apropriação de informações e geração de conhecimentos.

No cerne da construção e aprimoramento de um plano de emergência estão a informação e o conhecimento, importantes, por exemplo, para o gestor que precisa analisar uma situação adversa e tomar decisões, para os técnicos que precisam coletar informações de campo para realização de análises e para a população que precisa saber o que fazer em uma situação de emergência.

Para Capurro e Hjørland (2007, p.150), a palavra informação aponta para uma perspectiva específica, a partir da qual o conceito de comunicação do conhecimento tem sido definido.

Ao observarem tal perspectiva, Capurro e Hjørland (2007) incluem as características relacionadas com a novidade e a relevância, referindo-se ao processo de transformação do conhecimento e, particularmente, de seleção e interpretação em um determinado contexto.

Belkin e Robertson (1976, p.198) atribuem à informação a capacidade de modificar estruturas. Para esses autores o termo informação tem sido utilizado em variados contextos, que abordam características relacionadas com: (1) a hereditariedade e a informação presente no código genético; (2) a incerteza associada à transmissão e recebimento de mensagens através de um determinado canal de comunicação; (3) a percepção e a capacidade dos órgãos do sentido

e sistemas associados processarem dados de entrada, possibilitando a construção e modificação das imagens (estruturas) que um organismo tem de si mesmo e do ambiente físico; (4) a formação de conceitos individuais que possibilitam a ampliação da visão de mundo; (5) a comunicação entre humanos, na qual um ser humano (o remetente) tem a intenção de mudar a estrutura mental de outro ser humano ou grupo de seres humanos (o destinatário); (6) as estruturas conceituais sociais e o conhecimento compartilhado dentro de um grupo social e; (7) o conhecimento formalizado, materializado em livros e outros artefatos.

A partir da observação de algumas dessas características da informação, passa a ser oportuno, para uma melhor reflexão sobre a dinâmica do sistema de preparação e resposta à emergência nuclear, o aprofundamento de algumas reflexões sobre o conceito de regime de informação, que para González de Gómez, é:

[...] o modo de produção informacional dominante em uma formação social, o qual define quem são os sujeitos, as organizações, as regras e as autoridades informacionais e quais os meios e recursos preferenciais de informação, os padrões de excelência e os modelos de sua organização, interação e distribuição vigentes em certo tempo, lugar e circunstância, conforme certas possibilidades culturais e certas relações de poder (GONZÁLEZ DE GÓMEZ, 2003, p. 61).

Então, para González de Gomes (2003), um regime de informação é reconhecido por suas linhas de forças dominantes, possuindo formas próprias de autoridade. No caso do Plano de Emergência da CNAAA é possível observar que o regime de informação, no qual está inserido, tem sido modificado ao longo do tempo com alterações, por exemplo, nas suas regras informacionais.

Silva (1999, p.14), em estudo realizado para observar a construção social do risco, realizado com relatos de funcionários e operários da CNAAA e seus familiares, durante o período em que Angra I já estava em operação e Angra II encontrava-se em construção, explicita um fragmento do regime de informação vigente à época, ao abordar aspectos sobre o segredo das informações relacionadas ao Plano de Emergência Local (PEL).

A primeira função do segredo, segundo Silva, é a manutenção do discurso da autoridade, que apesar do fim do governo militar e sua influência direta na Central ainda continuava encontrando formas para sua reprodução, sendo tal afirmativa percebida no relato da esposa de um funcionário graduado de Furnas<sup>75</sup>:

---

<sup>75</sup> Empresa operadora da CNAAA à época do estudo.

Eu achava que todo mundo deveria saber os planos de emergência, mas meu marido disse que se todo mundo souber, na hora, todo mundo vai querer mandar. Eu achei que ele está certo (SILVA, 1999, p.184).

Por outro lado, Silva (1999), percebe que a classificação de um plano de emergência como sigiloso também estaria associada à ideia de que a simulação de situações de emergência serviria para lembrar às pessoas sobre os perigos possíveis aos quais estão sujeitas, sendo um desestímulo para a sua permanência na região da usina. Para Silva (1999, p.185), o sigilo passaria a ser uma técnica para afastar o perigo da consciência da população envolvida.

Contudo, é possível observar que a partir de relatos de funcionários de Furnas, mesmo naquela época, já havia discordância sobre tal procedimento, sendo alguns indivíduos favoráveis à divulgação do plano.

Na realidade não sei por que um plano de emergência deva ser secreto. A gente divulga por necessidade da pressão que é muito grande. E por que não divulgar? (Funcionário graduado da administração de Furnas)

[...] Em 78, eu era encarregado e já discutia o PEL. O PEL era dado pelo Primeiro Exército, e eles achavam que tinha que ser confidencial. (Funcionário não-graduado de Furnas) (SILVA, 1999, p.185).

Nesse aspecto, do ponto de vista da circulação e acesso a informações sobre os planos de emergência da CNAAA e das relações de força estabelecidas durante o seu processo evolutivo, observam-se avanços significativos como, por exemplo, o fato do Plano de Emergência Local (PEL) não possuir atualmente caráter sigiloso.

Para reforçar a importância do acesso ao conteúdo dos planos de emergência, a partir de Nonaka e Takeuchi (1997), observa-se que a informação proporciona um novo ponto de vista para a interpretação de eventos ou objetos, possibilitando trazer à luz significados e conexões inesperadas.

Dessa forma, é possível considerar que quanto maior for o acesso às informações sobre o planejamento de emergência, maior será a possibilidade de construção de conhecimentos relacionados, apresentando, assim, consequente impacto positivo na dinâmica evolutiva dos planos associados.

Para Latour (2000), na primeira vez em que um evento nos ocorre, nada sabemos sobre ele; começamos a saber alguma coisa pelo menos na segunda vez em que ele ocorre, ou seja, quando esse evento passa a ser familiar.

Porém, essa visão de que uma pessoa tem muito conhecimento quando novos eventos são percebidos, por essa mesma pessoa, apenas como mais um caso de um evento já dominado, é, para o próprio Latour (2000, p.356), ainda bastante generalista.

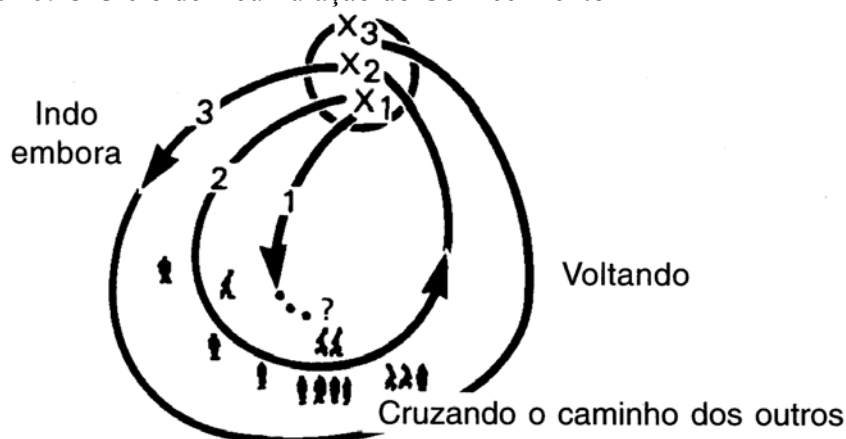
Então, na visão de Latour o conhecimento não é apenas uma questão de familiaridade, com eventos, lugares e pessoas, vistos e revistos por inúmeras vezes.

[...] o que se chama de ‘conhecimento’ não pode ser definido sem que se entenda o que significa a aquisição do conhecimento. Em outras palavras, ‘conhecimento’, não é algo que possa ser descrito por si mesmo ou por oposição a ‘ignorância’ ou ‘crença’, mas apenas por meio do exame de todo um ciclo de acumulação: como trazer as coisas de volta a um lugar para que alguém as veja pela primeira vez e outros possam ser enviados para trazer mais outras coisas de volta. (LATOURE, 2000, p. 357)

Para ilustrar, Latour (2000), descreve o cenário de uma primeira expedição marítima que desaparece sem deixar traços, não contribuindo para o processo de acumulação de conhecimentos. Como consequência de tal desaparecimento, uma segunda expedição irá tatear no escuro a mercê de eventos desconhecidos, da mesma forma que a primeira. Mas, com a segunda expedição retornando e trazendo consigo algo, essa irá possibilitar que uma terceira expedição conheça a costa e permita que outra expedição possa ir para outras terras.

Portanto, para Latour (2000, p. 358) a cada nova volta no ciclo de acumulação, mais elementos vão sendo reunidos e conhecimentos adquiridos. Na Figura 16, Latour (2000, p.357) esboça o movimento do ciclo de acumulação, e representa com um “X” os novos artifícios obtidos com o retorno da expedição, um novo mapa por exemplo.

**Figura 16:** O Ciclo de Acumulação do Conhecimento



**Fonte:** LATOUR, 2000, p.357.

Ao transpor a abordagem de Latour (2000) para o contexto do planejamento de emergência, os novos artifícios poderiam ser, por exemplo, a experiência adquirida pelos

especialistas ao participarem de eventos relacionados com tal temática, as reflexões construídas com base em questionamentos resultantes da interação com a população, a aprendizagem obtida através da realização dos exercícios do Plano de Emergência da CNAAA ou o conhecimento compartilhado por novas instituições que são incorporadas à estrutura de planejamento e resposta a situações de emergência na CNAAA e com organizações internacionais atuantes nessa área.

Nesse sentido, percebe-se que a dinâmica de aprimoramento do planejamento de emergência está alinhada ao processo de acumulação de conhecimentos, que no decorrer do tempo, são aos poucos incorporados no planejamento de emergência.

Nonaka e Takeuchi (1997) consideram que a verdadeira fonte do conhecimento, na filosofia ocidental, segue duas grandes tradições epistemológicas.

Para o racionalismo, o verdadeiro conhecimento não é produto da experiência sensorial, mas sim de um processo mental ideal, que tem como origem a argumentação racional baseada em axiomas<sup>76</sup>. No racionalismo o conhecimento pode ser obtido por meio de dedução, através do uso de construtos<sup>77</sup> mentais como conceitos, leis e teorias (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p.25).

Por outro lado, para o empirismo não existiria conhecimento *a priori*, sendo a experiência sensorial a única fonte de conhecimento, o mesmo seria obtido por meio da indução através de experiências sensoriais específicas (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p.25).

Então, a partir da linha empirista podemos abordar pelo menos duas questões relacionadas ao conhecimento que podem ser consideradas na preparação para situações de emergência, em especial as que envolvem a exposição às radiações ionizantes.

A primeira estaria relacionada ao fato das radiações ionizantes não serem perceptíveis por nenhum órgão sensorial, conforme seção 2.1, o que tornaria mais complexo o aprendizado sobre os riscos da radiação por parte de integrantes de organizações não-nucleares participantes

---

<sup>76</sup> é uma sentença que não é provada ou demonstrada, sendo considerada óbvia ou um consenso inicial para a construção ou aceitação de uma teoria.

<sup>77</sup> é um conceito teórico não observável.

do planejamento de emergência e da população, visto que os mesmos estariam impossibilitados de aprender por meio de suas experiências sensoriais anteriores.

A segunda questão estaria vinculada à visão de que a abordagem empirista pode contribuir para reforçar a importância dos exercícios para situações de emergência como método de aprendizado para população e demais atores envolvidos.

Assim, da percepção sensorial surge o que chamamos de lembranças, e das lembranças da mesma coisa, repetidas com frequência, desenvolvemos a experiência; pois diversas lembranças constituem uma única experiência. Da experiência novamente – ou seja, de sua totalidade universal, e hoje estabilizada, dentro da alma, um ao lado dos muitos que constituem uma única identidade dentro de todos eles – origina-se a habilidade do artesão e o conhecimento do cientista, a habilidade na espera do que virá a ser e a ciência do ser. Concluímos que essas etapas do conhecimento não são inatas de uma forma determinista nem se desenvolveram a partir de estados superiores do conhecimento, mas sim a partir da percepção sensorial (ARISTÓTELES apud NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p.26).

Dessa forma, os exercícios de preparação para situações de emergência são importantes a partir de pelo menos duas óticas de aprendizagem: **da população**, que necessita realizar procedimentos distintos conforme a gravidade da situação e seus sinais específicos. Por exemplo, precisando ficar abrigada em suas residências ou necessitando ser evacuada da região onde reside, conforme o tipo de evento em andamento, condições meteorológicas, situação de estradas, entre outros e; **das organizações** envolvidas, que também aprendem com o exercício em campo realizando suas atividades específicas para mitigação do acidente, permitindo que seus representantes percebam a necessidade de ajustes, mesmo que sutis, e contribuam para o aprimoramento dos seus respectivos planos e para a melhor articulação da rede de organizações que compõem a resposta à emergência.

De acordo com Arrow (1962, p. 155) a aquisição de conhecimento é o que normalmente chamamos de aprendizagem, a qual acontece através da tentativa de resolver um problema e, portanto, só ocorreria durante a realização de atividades.

No entanto, para Lundvall e Johnson (1994), o conhecimento e a aprendizagem são conceitos genéricos que precisam ser especificados de forma a se tornarem ferramentas analíticas úteis. Com tal propósito Lundvall e Johnson apresentam quatro classificações para o conhecimento: “saber o quê”; “saber porquê”; “saber como” e; “saber quem”.

Para os autores, “saber o quê”, ou *know-what*, refere-se ao conhecimento sobre “fatos”. Tal conceito de conhecimento está próximo ao que normalmente se chama de informação. Assim, saber quando ocorreu a última parada não programada de Angra I ou se Angra II encontra-se sincronizada ao sistema elétrico nacional são exemplos de “fatos”.

O “saber porquê”, ou *know-why*, para Lundvall e Johnson (1994), refere-se ao conhecimento sobre os princípios e leis que movem a natureza, o ser humano e a sociedade.

Esse tipo de conhecimento estaria relacionado, por exemplo, à compreensão do porquê a percepção do risco de acidentes de automóveis é menor do que em casos de acidentes aéreos, ou o porquê que algumas pessoas concordam em se submeter a exames de radiodiagnóstico, mas tem ressalvas sobre o uso de técnicas de irradiação para desinfecção de frutas, como forma de viabilizar o seu transporte por longas distâncias.

Ao “saber como”, ou *know-how*, indivíduos, grupos ou organizações estariam aptos a produzir produtos ou a tomar decisões mais assertivas sobre determinados acontecimentos. Por exemplo, o “saber como” precisa estar presente no dia-a-dia dos operadores de usinas nucleares, que particularmente em situações adversas precisam executar procedimentos específicos e tomar decisões importantes em situações de crise.

Ainda sobre a ótica de Lundvall (1996), apesar do “saber como” ser um conhecimento tipicamente intra-organizacional, as formações de redes de indústrias são importantes devido ao aumento da complexidade do conhecimento de base, sendo então necessário que as organizações compartilhem e combinem elementos de *know-how*.

Assim, organizações como a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) ou a Associação Mundial de Operadores Nucleares<sup>78</sup> (WANO, sigla em inglês) desempenhariam o papel de promover o encontro do “saber como” acumulado nos diversos órgãos reguladores nucleares e nas operadoras de usinas nucleares espalhados pelo planeta, considerando, como exemplo, a missão da WANO de maximizar a segurança e a confiabilidade de usinas nucleares, a partir da avaliação, comparação e melhoria de desempenho através do apoio mútuo, troca de informações e difusão de melhores práticas entre os seus associados.

---

<sup>78</sup> Sítio da WANO <<http://www.wano.info>>.

Por fim, mas não menos importante, o “saber quem”, ou *know-who*, é a capacidade de socializar, de estabelecer relações com técnicos e grupos especializados, com o objetivo de aproveitar a sua experiência.

Esse tipo de conhecimento é importante em momentos de crise. Durante a execução do plano de emergência saber quem é o responsável por determinada ação ou decisão é fundamental, assim como é importante saber quem são os recursos humanos especializados disponíveis durante a crise, visando que as suas competências possam ser acionadas de forma eficiente.

Lundvall (1996, p.6) acredita que a forma como se aprende a dominar e como se dá a apropriação dos diferentes tipos de conhecimento acontece a partir do uso de diferentes meios. O “saber o quê” e o “saber porquê”, para Lundvall (1996), podem ser obtidos através da leitura de livros, participação em palestras e acesso à base de dados, mas o “saber como” e o “saber quem” estão relacionados à experiência prática e à interação social.

Ao traçar um paralelo com a definição de conhecimento tácito e explícito adotada por Nonaka e Takeuchi (1997, p. 65), pode-se dizer que o “saber o quê” e o “saber porquê” são conhecimentos explícitos, pois são codificáveis e podem ser transmitidos através de linguagem formal. Por outro lado, o “saber como” e o “saber quem” são conhecimentos tácitos, pois dizem respeito a um saber pessoal, específico a um contexto, por isso, para Nonaka e Takeuchi (1997), de difícil formulação e comunicação.

Para Cowan (1998 apud LUNDVALL, 2003), um determinado conhecimento tácito pode ser explicitado se forem providos incentivos suficientemente fortes para fazê-lo. Para esse autor, é útil fazer a distinção entre o conhecimento tácito, que pode ser explicitado, o qual permanece tácito somente por falta de incentivos, do conhecimento tácito, que não pode ser explicitado, em função de ser tácito por natureza.

#### 4.2.2 A Aprendizagem Organizacional

Da mesma forma que a sociedade, os riscos não são imutáveis ao longo do tempo, esses se modificam de acordo com novos ambientes e condições. Desta forma, para as organizações envolvidas com o aprimoramento de um plano de emergência é muito importante aprender, por exemplo, com a experiência real adquirida a partir de acidentes nucleares, como o de Fukushima

que evidenciou a necessidade de realizar a preparação para emergência considerando a possibilidade de desastres complexos (NAIIC, 2012, p.39)

Esse tipo de experiência permite avançar no processo de aprendizagem organizacional, caracterizado pela aquisição, acumulação e geração de conhecimentos (MALERBA, 1992, p. 857). Tal aprendizagem, considerando a possibilidade de cooperação entre organizações, tem potencial para permitir que relevantes estoques de conhecimento, acumulados internamente em uma organização, se constituam em fontes externas de informações para outras organizações de um mesmo setor.

É possível perceber que organizações envolvidas com a preparação para uma situação de emergência nuclear também podem incorporar o aprendizado obtido a partir de outros eventos correlatos envolvendo situações de crise, tal como o ataque terrorista de 11 de setembro nos Estados Unidos que evidenciou a necessidade de preparação do setor nuclear frente à possibilidade desse tipo de ação, inclusive no que se refere à melhoria na preparação das ações de comunicação de crise<sup>79</sup>.

Outras lições também podem ser aprendidas com base em ciberataques, como o realizado contra o programa nuclear iraniano (PEACHEY, 2011), que evidenciou a possibilidade de um vírus de computador, o *Stuxnet*, afetar a operação de uma instalação nuclear, através das tecnologias de informação e comunicação.

Tal perspectiva conduz para a necessidade das organizações estarem atentas a mudanças de cenário, que em alguns casos são sutis, investindo em processos de aprendizagem e se adaptando para fazer frente a essas novas realidades.

A parábola do “sapo escaldado” ilustra bem a necessidade desse tipo de perspectiva, cuja a avaliação constante de novos cenários passa a ser um componente importante na prevenção ou mitigação de situações que podem levar ou potencializar uma crise.

Se você colocar um sapo dentro de uma panela de água fervendo, ele tentará sair imediatamente. Mas se você o colocar em água a temperatura ambiente, e não o assustar, ele ficará quieto. Se você aumentar gradativamente a temperatura da água, acontecerá uma coisa muito interessante: quando a temperatura subir de 20 para 30 graus, o sapo não fará nada – na verdade, até se mostrará satisfeito. À medida que a temperatura for aumentando, o sapo ficará cada vez mais grogue, até não ter condições

---

<sup>79</sup> Página da Comissão Reguladora Americana - Preparação para Emergências em Resposta ao Terrorismo. Disponível em: <http://www.nrc.gov/about-nrc/emerg-preparedness/respond-to-emerg/response-terrorism.html#one>>. Acesso em: 20 out. 2014.

de sair da panela. Embora não haja nada que o prenda, o sapo ficará na panela, sendo escaldado (SENGE, 1990, p.32).

Senge esclarece que esse fenômeno acontece porque o mecanismo interno do sapo é regulado para detectar perigos a partir de mudanças súbitas em seu meio-ambiente, e não lentas e graduais. Segundo o autor, para aprender a identificar processos lentos e graduais precisamos reduzir o ritmo frenético e prestar atenção também nas sutilezas.

O problema é que nossas mentes estão tão travadas numa única frequência, que é como se só pudéssemos perceber em 78 rotações; não percebemos nada em 33. Só escaparemos do destino do sapo quando aprendermos a reduzir o ritmo e a enxergar os processos graduais que geralmente constituem os maiores perigos (SENGE, 1990, p.33).

Nesse sentido, podemos destacar a relevância do trabalho dos grupos de observadores e avaliadores nos exercícios de emergência, visto que esses podem contribuir com uma visão crítica externa, sem sofrer a pressão sob a qual os agentes diretamente envolvidos na operação estão submetidos.

No que se refere aos exercícios de emergência, os avaliadores teriam a responsabilidade pela detecção de falhas na coordenação, nas comunicações, na logística, no cumprimento de procedimentos estabelecidos, entre outras. Contudo, tais equipes mais do que detectar grandes problemas, que podem ser observados por todos, precisam estar atentas, principalmente às sutilezas, aos pequenos problemas, que podem em uma situação real ser o início de algum evento maior.

Para alguns autores, (NELSON; WINTER, 2002; TIGRE, 1998) o desenvolvimento das organizações e sua capacidade de responder às mudanças estão relacionadas a questões que envolvem, em parte, processos de aprendizagem e o estabelecimento de rotinas organizacionais.

A aprendizagem organizacional, para Fiol e Lyles (1985), é influenciada por quatro fatores contextuais: **(1)** cultura organizacional propícia para a aprendizagem; **(2)** estratégia flexível; **(3)** estrutura organizacional que permita inovação e novas perspectivas; e **(4)** ambiente. Esses fatores, segundo Fiol e Lyles (1985), têm a capacidade de criar e reforçar a aprendizagem, mas, também, são criados por ela.

Coriat e Weinstein (apud TIGRE, 1998, p.99) observam a aprendizagem como um processo pelo qual a repetição e a experimentação fazem com que, ao longo do tempo, as tarefas sejam efetuadas de forma mais rápida e melhor e as novas oportunidades sejam efetivamente experimentadas.

Nessa linha de pensamento, a aprendizagem no âmbito das organizações, na visão de Tigre (1998, p. 99), é não apenas coletiva, mas também cumulativa, dependendo fundamentalmente de rotinas organizacionais codificadas ou tácitas. Essas rotinas têm, portanto, um papel preponderante na dinâmica das organizações, pois ao serem estabelecidas permitem que indivíduos, conhecedores do seu trabalho, realizem suas atividades de forma apropriada.

Nelson e Winter (2002, p.29) destacam que muitas vezes um elevado nível de competência é atingido quando habilidades e rotinas são aprendidas e aperfeiçoadas através da prática. Para esses autores as rotinas existem, por um lado, devido a uma resistência quase irracional às mudanças e, por outro, por mostrarem caminhos para lidar com conflitos dentro e entre os vários níveis organizacionais e pela necessidade das organizações armazenarem e terem acesso ao conhecimento. Esse conhecimento organizacional estaria armazenado nas rotinas sob a forma de “padrões de comportamento regulares e previsíveis”, constituindo-se nos “genes” das organizações.

As rotinas, na perspectiva de Queiroz (2006, p. 199), expressam a identidade das organizações, o que elas sabem, suas capacitações e regras de decisão previstas para cada momento. Portanto, para este autor, as organizações aprendem e inscrevem esse aprendizado em rotinas.

De certa forma, essa perspectiva guarda uma certa semelhança com o conhecimento codificado em normas, planos e procedimentos estabelecidos no âmbito da preparação e resposta às situações de emergência nuclear, que em algum grau preservam conhecimento e incorporam parte da rotina organizacional.

Por outro lado, as rotinas podem apresentar um lado negativo, pois, conforme Schoemaker e Marais (1996, p.183), ao se empenharem para obter desempenho confiável, a maioria das organizações acabam por adotar regras, procedimentos, estruturas e princípios de eficiência, que embora compreensíveis, enfatizam a organização enquanto executora, o que geralmente ocorre em detrimento de uma organização voltada para a aprendizagem.

Dessa forma, segundo Tigre (1998), é importante diferenciar as rotinas estáticas, que consistem em simples repetições das práticas anteriores, das rotinas dinâmicas, as quais permitem incorporar novos conhecimentos.

Assim, a geração de rotinas dinâmicas, conforme Tigre (2006, p. 106) depende fundamentalmente do processo de aprendizagem resultante da interação com fornecedores e clientes.

#### 4.2.3 Rotinas, Trajetórias Institucionais e Capacidade Absortiva

O processo de aprendizagem apresenta características relacionadas à aquisição de competências construídas de forma incremental a partir de experiências baseadas tanto nos sucessos como nas falhas (DOSI, 1991, p. 355).

Contudo, o resultado desse aprendizado, conforme visto na seção anterior, pode ser apresentado a partir do estabelecimento de rotinas que, até certo ponto, reproduzem algum tipo de reforço à inércia, a qual estabelece compromissos com tecnologias existentes, inibindo a criatividade, a flexibilidade e a experimentação (SCHOEMAKER; MARAIS, 1996; QUEIROZ, 2006).

Essa natureza conservativa da aprendizagem acontece, na opinião de Levinthal (1996), em função de que inevitavelmente uma organização tende a desenvolver melhores habilidades em determinados setores da organização, em algumas tecnologias e estratégias do que em outros, dependendo da relação entre experiência e competência. Para este autor, as organizações tendem a se engajar com maior frequência em atividades sob as quais já possuem maior competência.

Essa dinâmica acaba por fazer com que a aprendizagem de indivíduos e organizações sejam direcionadas para a manutenção do foco atual, proporcionando uma acentuação da competência pré-existente, constituindo-se, assim, em uma espécie de “armadilha de competência” (LEVINTHAL, 1996, p. 29). Tal “armadilha” é entendida por Queiroz (2006, p.200), como uma espécie de aprisionamento no conhecimento de velhas competências, capaz de inibir esforços para a aquisição de novas capacidades.

Essa perspectiva é reforçada pela visão de que as organizações de hoje guardam fortes conexões com as de ontem, caracterizando a importância da trajetória institucional, ou *path dependence* (TIGRE, 2006, p.61).

Levitt e March (1988) acreditam que apesar da rotatividade de pessoas e do passar do tempo, lições e experiências são mantidas e acumuladas em rotinas, que não somente registram

a história, mas moldam o caminho para o futuro da organização, que depende significativamente dos processos pelos quais essas memórias são mantidas e consultadas.

O conceito de *path dependence*, inicialmente proposto por Paul David (1985), está relacionado com a dinâmica de um processo e o resultado para o qual esse converge, ou com a probabilidade de limitação de um processo estocástico considerado.

Legey (1998) esclarece que o *path dependence* está fundamentado na noção de que o desenvolvimento de bens e serviços atuais guardam uma relação de dependência frente aos conhecimentos acumulados pelas organizações no decorrer do tempo.

Um exemplo clássico desse conceito é ilustrado por David (1985) ao discutir o uso da sequência QWERTY em máquinas de escrever elétricas e, posteriormente, em microcomputadores. O padrão QWERTY foi desenvolvido com o propósito de evitar que datilógrafos, usando máquinas de escrever convencionais, digitassem rápido demais e, conseqüentemente, provocassem a saída do “carro” dessas máquinas, o que provocaria significativa perda de tempo em função da interrupção do processo de datilografia.

Com o surgimento das máquinas elétricas e microcomputadores essas limitações mecânicas foram superadas, mas, apesar disso, em função da capacitação acumulada e histórico de uso desse padrão, os teclados até hoje mantêm a sequência QWERTY, impactando a produtividade dos serviços de escritório (LEGEY, 1998).

Esse exemplo, está alinhado ao pensamento de Tigre (2006, p.62), ao observar que as trajetórias tecnológicas que emergem de um paradigma tecno-econômico raramente são “naturais”, impulsionadas por fatores científicos e técnicos externos. Porém, sofrem grande influência de fatores econômicos e sócio-políticos que contribuem para a determinação da trajetória tecnológica em cada país.

Neste momento, faz-se mister apresentar alguns conceitos de tecnologia adotados na presente pesquisa.

Para Levinthal e March (1982, p.307) tecnologia é qualquer especificação semi-estável do modo pelo qual uma organização lida com seu ambiente, suas funções e prospera. Assim, eles consideram que essa pode ser uma função de produção, uma estrutura normativa ou algum tipo de estrutura constituinte no âmbito das organizações.

A tecnologia, na concepção de Rosemberg (2006), é em si um corpo de conhecimentos a respeito de certas classes de eventos e atividades. Trata-se, segundo ele, de um “...

conhecimento de técnicas, métodos e projetos que funcionam, e que funcionam de maneiras determinadas e com consequências determinadas, mesmo quando não se possa explicar exatamente por quê.” (ROSEMBERG, 2006, p.218).

De forma semelhante, Tigre (2006, p. 72) contribui para essa perspectiva ao definir a tecnologia como o conhecimento sobre técnicas, enquanto estas envolvem aplicações desse conhecimento em produtos, processos e métodos organizacionais.

Cohen e Levinthal (1990), acreditam existir uma relação entre os conceitos de trajetória tecnológica e a capacidade absorptiva das organizações. Segundo entendem, a capacidade absorptiva está relacionada com o conhecimento acumulado pelas organizações e a influência que esses exercem na adoção de novas ideias e conhecimentos em suas áreas de atuação. Levinthal (1996) ainda sinaliza que essas novas ideias são mais propensas a surgir na periferia das organizações do que nos seus elementos mais centrais, onde o peso do aprendizado passado se faz sentir com maior força.

Na visão de Cohen e Levinthal (1990), uma parte do conhecimento prévio deve estar estritamente relacionado com os novos conhecimentos, de forma a facilitar a sua assimilação, porém, uma outra parte do conhecimento prévio deve ser bastante diversificada, embora ainda relacionada, para permitir a efetiva utilização criativa desse novo conhecimento.

Dessa forma, o conhecimento prévio habilitaria as organizações na assimilação e exploração de novos conhecimentos. Por outro lado, ao acumular capacidade absorptiva em um período uma organização estaria apta a acumular conhecimentos de forma mais eficiente em um outro momento.

Portanto, conforme o pensamento de Cohen e Levinthal (1990), por já ter desenvolvido alguma capacidade absorptiva em uma determinada área, uma organização passaria a acumular o conhecimento adicional mais facilmente no período subsequente, a fim de explorar qualquer conhecimento externo crítico que venha a se tornar disponível.

Ainda segundo Cohen e Levinthal (1990), a capacidade absorptiva diz respeito à habilidade de uma organização em reconhecer a relevância de uma informação externa, assimilando-a com o propósito de aplicar o novo conhecimento adquirido. Essa abordagem, então, acaba por reforçar a necessidade de explorar de forma simultânea novas alternativas fazendo uso efetivo do conhecimento existente.

#### 4.2.4 Algumas Dimensões da Aprendizagem

A aprendizagem no âmbito das organizações é um processo baseado em fontes internas e externas de informação, a partir das quais são desenvolvidas habilidades e adquiridos conhecimentos, com o propósito de aprimorar o seu desempenho. Esse processo é constituído por uma multiplicidade de dimensões que, não raramente, se sobrepõem e se alimentam. (ROSEMBERG, 2006)<sup>80</sup>.

Algumas reflexões sobre essas dimensões são oportunas para o desenvolvimento deste estudo, particularmente as relacionadas com o aprender fazendo (ARROW, 1962), o aprender usando (ROSEMBERG, 2006), o aprender interagindo (LUNDVALL, 1985), o aprender adaptando (KATZ, 1972) e o aprender falhando (MAIDIQUE; ZIRGER, 1985).

##### a. APRENDER FAZENDO

Discutido originalmente por Arrow (1962), o **aprender fazendo**, ou *learning by doing*, é apresentado como um processo decorrente da atividade de produção.

Para Queiroz (2006, p. 194), esse processo interno parte da ideia básica de que quanto maior for a produção acumulada maior será a experiência adquirida por trabalhadores e gerentes, tendo como consequência a melhoria do desempenho das organizações (MALERBA, 1992, p. 849).

Portanto, o aprimoramento da produtividade dos agentes envolvidos no processo de produção estaria relacionado, em algum grau, com a repetição regular de uma mesma atividade e, nesse sentido, o aprender fazendo estaria associado às rotinas que guiam as ações das organizações.

A partir dessa perspectiva, esse tipo de processo de aprendizagem estaria alinhado à visão de que o desenvolvimento das organizações e sua capacidade de responder às mudanças está relacionado a questões que envolvem, em parte, o estabelecimento de rotinas organizacionais codificadas e tácitas (NELSON; WINTER, 2002; TIGRE, 1998).

Tigre (2006) salienta que é possível aumentar a produtividade através do “aprender fazendo”, contudo, para isso, faz-se necessário um esforço sistemático de aprendizado e desenvolvimento experimental. De fato, para Arrow (1962, p. 155) o aprendizado é um produto

---

<sup>80</sup> Esta edição é uma tradução do livro "Inside the Black Box - Technology and Economics", publicado pela Cambridge University Press, em 1982.

da experiência e o aprender fazendo acontece durante a tentativa de resolver problemas percebidos durante a realização de atividades de produção.

Rosemberg (2006, p. 187) salienta que esse processo de aprendizagem tem sido observado em vários ramos industriais, incluindo a produção de estruturas de aviões, construção naval, entre outros.

O modelo de Arrow (1962), na visão de Katz (1972, p. III.2), observa a aprendizagem como um fenômeno colateral, um subproduto da atividade produtiva de um determinado agente econômico, portanto, não sendo objeto de investimento específico com o propósito de promover a aprendizagem.

Por outro lado, Maidique e Zirger (1985, p. 305), observam que o conceito de aprimorar a produção a partir do aprender fazendo busca como resultado a redução de custos a partir do aprimoramento das habilidades de produção.

Arrow (1962, p. 155) afirma que a aprendizagem que resulta, essencialmente, da repetição das tentativas de solução de um mesmo problema está sujeita a ter uma acentuada diminuição do seu retorno ao longo do tempo. Isso aconteceria em função do estabelecimento de um padrão de resposta a um mesmo estímulo, levando o comportamento do aprendiz a um processo de repetição. Arrow (1962) ainda destaca que para se obter um desempenho cada vez maior as situações de estímulo devem estar em constante evolução, ao invés de envolverem um mero processo de repetição.

#### **b. APRENDER USANDO**

Rosemberg (2006, p. 188) chama a atenção para um outro tipo de processo de aprendizagem que tem início somente após alguns produtos novos serem usados, não sendo assim decorrente do processo de produção como no *learning by doing*.

Em função disso, um novo conceito foi desenvolvido pelo autor durante estudo realizado sobre a indústria aeronáutica americana, sendo o mesmo denominado *learning-by-using*, ou **aprender usando**.

Nesse sentido, Rosemberg (2006, p. 190) verifica que na indústria aeronáutica o aprendizado gera conhecimentos altamente especializados a respeito do projeto ótimo dos componentes das aeronaves. Esse conhecimento além de crescer no estágio de desenvolvimento do produto é, também, alimentado por outras fontes, decorrentes do avanço, por exemplo, da metalurgia, da miniaturização de componentes eletrônicos, entre outros.

Segundo Lundvall (2005, p.6), Rosemberg desenvolveu esse conceito considerando a rápida redução de custos de utilização de sistemas complexos à medida que ao longo do tempo seus usuários vão ficando mais familiarizados com esses.

Queiroz (2006) expõe que esse mecanismo de aprendizado, observado no uso de sistemas complexos, composto por equipamentos sofisticados e com altos custos de manutenção, está também presente nos sistemas de produção de energia, de telecomunicações, entre outros.

A aprendizagem pelo uso, na visão de Rosemberg (2006), gera dois tipos diferentes de conhecimento, os quais o autor designou-os “incorporado” e “não-incorporado”.

O conhecimento incorporado diz respeito à experimentação inicial de uma nova tecnologia, que permite avançar na compreensão do desempenho e das características do projeto. A partir dessa dinâmica o autor verifica a existência de um circuito de realimentação do estágio de desenvolvimento, da qual emerge um fluxo contínuo de pequenos melhoramentos que podem ser incorporados em equipamentos. Rosemberg (2006, p.190) destaca que apesar desse tipo de conhecimento ser buscado em testes com o uso de protótipos, esses não revelariam todos os tipos de informações úteis.

Em contrapartida, o conhecimento não-incorporado resulta em alterações no modo de usar que não requerem modificações em projetos, ou quando as requerem, são consideradas triviais. Assim, a experiência prolongada no uso de equipamentos, para Rosemberg (2006), gera informações sobre desempenho e características operacionais que têm como consequência o emprego de novas práticas que aumentam a produtividade do equipamento. Na indústria aeronáutica, por exemplo, poderia levar à extensão da vida útil de uma aeronave ou à redução de custos de manutenção.

### **c. APRENDER INTERAGINDO**

Lundvall (1988) ressalta que, se por um lado, o aprendizado pode acontecer em função da atividade de produção na forma do aprender fazendo (ARROW, 1962) e do aprender usando (ROSEMBERG, 2006), que contribuem com subsídios importantes para o processo de inovação, existe um outro tipo de aprendizado que decorre da relação entre as partes ligadas entre si por fluxos de bens e serviços originários de produção, sendo esse uma condição prévia para que as relações usuário-produtor se tornem duradouras e seletivas.

Assim, o **aprender interagindo**, ou *learning-by-interacting*, foi proposto por Lundvall (1988) ao perceber aprendizagem como um fenômeno essencialmente interativo, externo às organizações, resultado da relação entre fontes ascendentes e descendentes de conhecimento, tais como fornecedores e usuários, ou com outras organizações (MALERBA, 1992, p. 848).

Malerba (1992, p. 851) identifica quatro fontes para o aprendizado interativo nas organizações, sendo essas provenientes da relação com: (1) os usuários; (2) os fornecedores de equipamentos para pesquisa e desenvolvimento; (3) os fornecedores de equipamentos utilizados na produção e; (4) os fornecedores de material.

Na visão de Queiroz (2006, p.195) esse processo é caracterizado por um aprendizado conjunto, decorrente do estabelecimento de laços de cooperação. E, nesse sentido, Lundvall (1988) observa que o aprendizado interativo tem seu *locus* nos sistemas de inovação e ocorre tanto entre indivíduos como entre organizações, dentro de um mesmo contexto institucional e cultural.

De fato, o aprender interagindo ressalta a importância do papel do usuário no processo de produção, sendo considerado esse um elemento decisivo no aperfeiçoamento da qualidade e posterior difusão dos produtos, tendo como consequência a redução de incertezas no âmbito das organizações envolvidas (LEGEY, 1998). Portanto, nesse processo, o usuário estaria longe de ser um agente meramente passivo.

O fortalecimento da interação entre produtor e usuário apresentaria benefícios para ambos. O produtor, segundo Legey (1998), se beneficiaria dessa interação através da possibilidade de identificação de gargalos e interdependências tecnológicas nos usuários, sendo essa uma oportunidade para o desenvolvimento de novas soluções. Por outro lado, os usuários se beneficiariam da proximidade com o produtor, obtendo conhecimentos mais aprofundados e usufruindo da possibilidade de ter acesso a soluções mais adequadas às suas necessidades.

A possibilidade de interação entre organizações de um mesmo setor nos permite verificar e refletir sobre o processo de aprendizagem decorrente da interação entre as organizações participantes do sistema de preparação e resposta às situações de emergência nuclear, seja no contexto nacional ou internacional, e a possibilidade de tal interação produzir fluxos de informação com o propósito de produzir novos conhecimentos no âmbito desse sistema.

Tais fluxos de informação, na opinião de Lundvall (1988, p.354), somente acontecem se existirem canais de comunicação através dos quais mensagens possam ser transmitidas,

fazendo-se, para isso, necessária a existência de uma informação codificada, comum, para que a transmissão de mensagens seja eficaz. Assim, o autor considera que o desenvolvimento desse código informacional comum é algo demorado e envolve aprendizagem.

Todavia, quanto mais esse código é utilizado na transmissão de informações, mais eficaz o mesmo será. O aprender interagindo, então, teria a capacidade de ampliar a efetividade dos canais de comunicação e das mensagens transmitidas.

Lundvall (2005, p.7) também considera que a aprendizagem, através da interação, tem a capacidade de transformar aprendizado local em conhecimento passível de ser incorporado em novos equipamentos, componentes, softwares ou mesmo em novas soluções.

É também importante refletir que, segundo Tigre (2006, p.106), tal processo de aprendizagem precisa considerar não apenas inovação no âmbito de uma única organização isolada, mas no contexto do sistema de inovação no qual esta organização está inserida, que pode ter alcance supranacional, nacional, setorial, tecnológico, regional ou local.

#### **d. APRENDER ADAPTANDO**

O conceito denominado *learning-by-adapting*, ou **aprender adaptando**, desenvolvido por Katz (1972), é circunscrito ao fenômeno da aprendizagem decorrente de processos e produtos existentes que precisam ser modificados para funcionar em uma realidade diferente para qual foram inicialmente desenvolvidos. Além disso, esse autor reconhece não somente a importância da atividade inventiva local como também da transferência internacional de conhecimento técnico-científico.

Para Katz (1972, p.II.1), uma parte significativa da atividade inventiva local é absorvida do processo de aprendizagem tecnológica, processo que está associado mais à adaptação e melhoria de produtos e técnicas produtivas conhecidas do que ao desenvolvimento de novos produtos e técnicas produtivas, significativamente diferentes das práticas tecnológicas pré-existentes.

Queiroz (2006, p.196) ressalta que a aprendizagem adaptativa tem sua origem na observação de que as organizações usuárias de tecnologias importadas, em grande parte, filiais de empresas multinacionais, realizavam um esforço significativo de adaptação da tecnologia para melhorar o desempenho de processos e produtos que não poderiam simplesmente ser replicados nas mesmas condições dos países de origem, sendo exemplos, a substituição de matérias-primas em determinados processos para melhor adequação à disponibilidade local de

recursos ou a modificação do projeto de determinados produtos para melhor adaptá-los às condições locais.

A partir de estudos empíricos realizados em países latino-americanos, Katz (1972) observa que tais países não geravam atividade inventiva necessariamente "nova" e "maior", mas, sim, “adaptações” e “melhorias”, como forma de resolver problemas de curto prazo.

Nesse sentido, Queiroz (2006) considera que Katz (1972) foi bastante cuidadoso ao observar os limites do aprendizado adaptativo para a recuperação do atraso, ou o chamado *catching-up*, nos chamados países em desenvolvimento. Nesses países a aprendizagem adaptativa aconteceria com base em projetos previamente definidos, trazidos de países mais avançados.

Faz-se necessário, segundo Queiroz (2006), uma certa estabilidade da fronteira tecnológica para a redução do hiato entre países criadores e usuários de tecnologia, pois quando essa fronteira se desloca muito rapidamente, a acumulação de competências, resultante da aprendizagem adaptativa, poderia sofrer risco de descontinuidade, passando rapidamente a um processo de obsolescência do conhecimento adquirido.

A partir dessa perspectiva, o desafio da adaptação de sistemas complexos estaria voltado para a manutenção de um equilíbrio entre o aproveitamento do conhecimento existente e a prospecção de novos conhecimentos e habilidades, evitando o aprisionamento em “armadilhas de competências” (LEVINTHAL, 1996).

Levinthal (1996) considera que a aprendizagem está relacionada com o desenvolvimento cumulativo de habilidades e conhecimentos, ao passo que a adaptação estaria associada às respostas aos *feedbacks* produzidos em ambientes de aprendizagem.

Ao analisar a relação entre a prospecção de novas possibilidades e a manutenção de velhas certezas relacionadas à aprendizagem organizacional, March (1991) associa a primeira a termos como pesquisa, variação, arriscar, experimentação, descoberta e inovação. Por outro lado, o aproveitamento de conhecimentos existentes está, segundo esse autor, normalmente, associado ao aperfeiçoamento, escolha, eficiência e execução.

Organizações se apropriam da experiência de outras organizações, segundo Dutton e Starbuck (apud LEVITT; MARCH, 1988), por meio da transferência de experiências codificadas na forma de tecnologias, códigos, procedimentos ou rotinas semelhantes.

A estrutura ecológica da aprendizagem, na qual organizações são conjuntos de subunidades de aprendizado em um ambiente que consiste em grande parte de outras coleções de subunidades, é, na concepção de Levitt e March (1988), algo complicado. Para eles, a partir da adaptação do comportamento de outras organizações, uma mesma rotina pode apresentar resultados diferentes em momentos diferentes, ou diferentes rotinas podem produzir o mesmo resultado também em momentos diferentes.

Porém, tanto a prospecção como o aproveitamento de conhecimentos são essenciais para as organizações, mas esses competem por recursos escassos e, segundo March (1991), em alguns estudos de aprendizagem organizacional, o problema de balanceamento entre prospecção e aproveitamento, distingue-se entre a invenção de uma nova solução e o refinamento de algo existente.

Sendo claro, para March (1991), que se por um lado a busca por novas alternativas reduz a velocidade com que as habilidades existentes são melhoradas, por outro, a melhoria das competências em procedimentos existentes faz com que as experiências com outros sejam menos atraente.

#### e. APRENDER FALHANDO

Pavitt e Steinmueller (1999, p.19) entendem que as falhas, além de serem inevitáveis, são uma rica fonte de informações e experiências, que contribuem para orientar as ações futuras das organizações. Para esses autores, os investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação não são os compromissos de um mundo perfeitamente conhecido e compreendido, mas parte de um processo de aprendizagem e aperfeiçoamento, com *feedback* contínuo entre hipóteses e experimentos. Nesse sentido, Maidique e Zirger (1985) cunharam a expressão “*learning-by-failing*” que pode ser traduzido como um processo de aprender através das falhas, ou “**aprender falhando**”.

O aprendizado a partir de falhas é observado, segundo Maidique e Zirger (1985, p.306), durante o desenvolvimento de novas abordagens, novos conceitos e novas alternativas tecnológicas que tiveram como base uma ou mais falhas em tentativas de desenvolvimento anteriores.

Portanto, segundo esses autores, se um produto é bem sucedido, a experiência do usuário proporciona um sinal de alerta para o produtor, o qual acaba por ser convertido em novos

projetos ou em melhorias operacionais, caracterizando um processo de aprendizagem pelo uso (*learning-by-using*).

Por outro lado, experiências malsucedidas agem como sondas importantes dentro do espaço do usuário, as quais podem capturar informações relevantes sobre o que é necessário fazer para que um novo esforço seja bem-sucedido, tornando-se às vezes um catalisador para significantes reorientações (MAIDIQUE; ZIRGER, 1985).

A falha é, na perspectiva de Sitkin (1996, p. 542), um pré-requisito essencial para a aprendizagem, uma vez que estimula a experimentação, podendo até mesmo ser fundamental para o desenvolvimento de políticas e da gestão organizacional.

Para Maidique e Zirger (1985), existe também uma outra dimensão da aprendizagem por falhas relacionada com o desenvolvimento organizacional, a qual percebe a falha como um evento que ajuda a identificar elos fracos na estrutura organizacional, possibilitando o fortalecimento de partes da organização, de forma a evitar a ocorrência do mesmo padrão de falhas.

Na verdade, a ideia de que pessoas e organizações devem aprender a partir de suas falhas é bastante popular. Porém, segundo Cannon e Edmondson (2005), ainda são bastante raras as organizações que aprendem de forma sistemática a partir de suas próprias falhas. A causa para esse fenômeno estaria associada à existência de barreiras técnicas e sociais nas organizações, as quais dificultariam o avanço desse tipo de aprendizagem.

Esses autores apresentam como exemplo de barreira técnica para a aprendizagem por falhas a perda de capacidade científica, *know-how*, que habilitaria as organizações a realizar inferências de forma sistemática a partir das experiências de falhas vivenciadas, bem como a presença de sistemas ou tecnologias complexas de difícil entendimento.

Por outro lado, as barreiras sociais estariam relacionadas, por exemplo, com as reações psicológicas que muitas pessoas apresentam quando se deparam com o fracasso. As pessoas parecem ter uma tendência instintiva a negar, distorcer, ignorar ou dissociar-se de suas próprias falhas, uma tendência que tem raízes psicológicas profundas (CANNON; EDMONDSON, 2005, p.302).

Sejam grandes ou pequenas as falhas, estas aconteceriam tanto no domínio relacionado com a técnica, ou seja, uma falha que ocorre durante o projeto de uma nova máquina, como nas

relações interpessoais, quando, por exemplo, um funcionário deixa de receber *feedback* sobre problemas relacionados ao seu desempenho (CANNON; EDMONDSON, 2005).

Existem múltiplas causas para grandes falhas e essas, na visão dos referidos autores, geralmente, estão profundamente enraizadas nas organizações onde acontecem, sendo as mesmas ignoradas ou não valorizadas durante anos. Em oposição, as pequenas falhas muitas vezes funcionam como precursores, "sinais de alerta", que, ao serem detectadas e tratadas a tempo, podem se constituir em um fator-chave para evitar uma falha maior, talvez catastrófica, no futuro.

Essas pequenas falhas são, por vezes, esquecidas em função de parecerem insignificantes no momento em que ocorrem, consideradas pequenos erros ou anomalias, não sendo, assim, exploradas pelas organizações enquanto oportunidades de aprendizagem.

Cannon e Edmondson (2005) também contribuem com a apresentação de um modelo de aprendizagem por falhas baseado em três processos principais: **(1) a identificação das falhas**, contrapondo-se à tendência de ignorá-las, o que permitiria a repetição das mesmas levando a transformação de uma falha menor em algo maior; **(2) a análise das falhas**, a qual requer espírito investigativo, franqueza, paciência e tolerância às ambiguidades e; **(3) a experimentação deliberada**, que reconhece a falha como um subproduto necessário da verdadeira experimentação, ou seja, a possibilidade de realização de experimentos com o propósito específico de aprender e inovar.

Algo considerado difícil em função do sistema social presente na maioria das organizações recompensar o sucesso e não a falha. Não que o sucesso seja algo ruim, visto que o mesmo promove a confiança necessária para que gerentes assumam riscos, mas, apesar disso, autores como Maidique e Zirger (1985), veem que o sucesso em alguns aspectos atua como inimigo de experimentação.

As dimensões da aprendizagem apresentadas nesta seção não são excludentes entre si, mas, sim, abordagens que se complementam. Em função disso, acredita-se que a partir de tais dimensões será possível, no Capítulo 6, traçar alguns paralelos conceituais com a aprendizagem no âmbito da preparação e resposta às situações de emergência na CNAAA, esperando, dessa forma, sistematizar e destacar as ações e métodos utilizados para apropriação do conhecimento nesse sistema.

### 4.3 O PROCESSO DE INOVAÇÃO

Nesta seção será apresentado o arcabouço teórico-conceitual relativo à temática da inovação, de forma a explicitar a abordagem utilizada nesta pesquisa, com o intuito de sustentar a identificação das características inovativas afetas a um plano de emergência de uma central nuclear.

Para tanto, serão apresentados e discutidos alguns conceitos e classificações atribuídas à inovação, bem como os fatores indutores e condicionantes para sua difusão.

#### 4.3.1 A Origem e os Conceitos de Inovação

Até meados do século XVIII, início efetivo da Primeira Revolução Industrial, a difusão de inovações era lenta e concentrada na indústria têxtil e, em menor escala, na indústria do ferro (TIGRE, 2006, p. 4). Tais inovações tinham natureza essencialmente prática, desenvolvidas por mecânicos, ferreiros e carpinteiros sem formação científica. Naquela época a ciência não era uma resposta para o aumento da produção de bens, de forma a atender às necessidades humanas (TIGRE, 2006, p.5).

No final do século XVIII, segundo Tigre (2006, p.6), a Revolução Industrial estava em efetiva marcha e contínuas inovações, introduzidas geralmente de forma anônima, permitiram um salto em produtividade. A sucessão das inovações tecnológicas permitiu a redução dos custos na produção dos tecidos, por exemplo.

O uso comercial da ciência ocorreu efetivamente somente no final do século XIX, com a criação dos laboratórios de pesquisa empresariais, direcionados para a aplicação de métodos científicos no desenvolvimento de novos produtos e processos. Thomas Edison criou o primeiro laboratório de pesquisa e desenvolvimento com propósitos comerciais, apelidado de “Fábrica de Invenções” (TIGRE, 2006, p.6).

A segunda metade do século XIX marca também o início da Segunda Revolução Industrial, caracterizada pela rápida difusão da utilização da máquina à vapor, da metalurgia do ferro e do aço, das ferrovias e de novas práticas na indústria química (TIGRE, 2006, p.18). Apesar do uso da energia à vapor ser conhecido desde o século XVIII, sua difusão só ocorre após a introdução de inovações complementares em materiais e em novas fontes de energia. Essa época foi marcada pelo aprimoramento de inovações desenvolvidas em períodos anteriores, visando torná-las mais operacionais e econômicas (TIGRE, 2006, p.18).

De forma semelhante, as primeiras descobertas no campo da eletricidade datam do início do século XIX, contudo, somente no início do século XX que as principais cidades europeias e norte-americanas são eletrificadas (TIGRE, 2006, p.35). O tempo decorrido entre invenção e a inovação produzida com o advento da energia elétrica é justificável, visto que a sua ampla difusão demandava também inovações complementares.

Assim, é importante marcar que, para Tigre (1998, p. 79), do ponto de vista econômico, a inovação em si, ou seja, a primeira aplicação comercial de uma invenção, pode não representar impactos significativos, sendo muito mais importante a velocidade e abrangência da difusão dessas inovações na economia. Para tanto, o autor observa que a difusão de inovações depende de um conjunto de fatores condicionantes favoráveis, que incluiriam inovações complementares, criação de infraestrutura, a superação de resistência por parte de empresários e consumidores, mudanças na legislação, além do aprendizado na produção e uso de novas tecnologias.

Mas, enfim, o que é a inovação? É conceitualmente importante iniciar a resposta a essa pergunta realizando a distinção entre os conceitos de invenção e inovação, considerando que esses por vezes podem ser objeto de algum tipo de confusão terminológica.

A distinção entre invenção e inovação é destacada por Tigre (2006, p.72) pelo fato da primeira se referir à criação de um processo, técnica ou produto inédito, passível de divulgação através de artigos técnicos e científicos, registro de patentes, visualizações e simulações através do uso de protótipos e plantas piloto, sem, contudo, ter de fato uma aplicação comercial efetiva. A partir dessa abordagem, a inovação é, então, a efetiva aplicação prática de uma invenção.

Para Tidd, Bessant e Pavitt (2005, p. 65), a invenção é apenas o primeiro passo de um longo processo para a apresentação de uma boa ideia, que poderá ser aplicada de forma ampla e eficaz. Já a inovação, em seu sentido mais amplo, tem origem no latim *innovare*, que significa "fazer algo novo", sendo discutida por Tidd, Bessant e Pavitt (2005, p.66) como um processo de transformar oportunidades em novas ideias e colocá-las amplamente em prática.

Nelson e Winter (1977) utilizam o termo inovação para cobrir uma ampla gama de variados processos pelos quais as tecnologias do homem evoluem ao longo do tempo.

A inovação, segundo Freeman e Soete (1997, p. 200), envolve, por um lado, o reconhecimento de uma necessidade, o potencial de um novo produto ou processo, e, por outro, o conhecimento técnico, que já pode estar disponível ou demandar atividades de pesquisa com o propósito de gerar novos conhecimentos técnico-científicos.

Para Lundvall (1985, p.4), as inovações podem ser o resultado do encontro entre oportunidade técnica e as necessidades do usuário. Apesar disso, reconhece que algumas inovações podem também ser resultado de mero acaso, mesmo não sendo esse o padrão normal.

Rogers (2003, p. 12) aponta que a inovação é uma ideia, uma prática ou um objeto percebido como novo por indivíduos. Esse conceito reforça a ideia de que a inovação nem sempre é resultado de pesquisa e produção de conhecimento científico.

A inovação também não precisa ser nova para competidores ou para países, pois de fato muitas inovações são originárias da experimentação prática ou simples combinação de tecnologias existentes (TIGRE, 2006).

A inovação para Teece (1986, p. 288) consiste em um certo conhecimento técnico sobre como fazer as coisas de forma melhor do que o atual estado da arte. Portanto, a inovação incorporaria um certo *know-how* que é codificado e também tácito. Sendo que, no contexto da dinâmica evolutiva do plano de emergência de uma central nuclear, o *know-how* é, ao menos em parte, resultado da apropriação de conhecimentos e práticas compartilhadas entre os países membros de organismos internacionais e de capacitações e experiência operacionais acumuladas pelas organizações participantes do sistema de emergência.

É importante destacar que a presente pesquisa não tem como objetivo a observação de qualquer tipo de inovação sobre o ponto de vista dos impactos econômicos dessas sobre o setor nuclear ou, especificamente, nas atividades de preparação para situações de emergência. Não obstante, espera-se que a pesquisa possa contribuir para a melhor compreensão sobre a dinâmica da adoção de inovações no decorrer do processo evolutivo do plano de emergência de uma central nuclear.

Para tanto, o processo de inovação será abordado a partir de uma perspectiva ampla, considerando que esse está relacionado à incorporação de recursos, sistemas, práticas, procedimentos, orientações e recomendações considerados novos no contexto do Plano de Emergência da CNAAA, viabilizada pelo aumento da capacidade absorptiva (COHEN; LEVINTHAL, 1990) das organizações participantes e da maior interação e cooperação entre os atores envolvidos, com o objetivo de tornar mais efetiva a resposta às situações de emergência e, conseqüentemente, promover a mitigação dos impactos decorrentes de um eventual acidente para trabalhadores, população e o meio ambiente.

#### 4.3.2 Os Tipos de Inovação

A capacidade de inovar é um recurso estratégico importante para muitas organizações e mesmo países, sendo, segundo Coccia (2006, p.7), um tema central para academia pelo menos nos últimos 70 anos, que no decorrer desse tempo tem procurado definir, explicar e medir a inovação em suas diversas formas.

No entanto, Coccia (2006) apresenta preocupação quanto à heterogeneidade de classificações de inovação existentes na literatura econômica, que utilizariam diferentes nomes para indicar o mesmo tipo de mudança tecnológica e inovação, e o mesmo nome para diferentes tipos de inovação.

Essa dificuldade de definir e classificar os vários tipos de inovação já havia sido apontada por Freeman (1994, p. 474), presente mesmo em “simples” abordagens dicotômicas, como as que buscam diferenciar inovações maiores de inovações menores.

O Manual de Oslo, por exemplo, é uma das principais referências conceituais e metodológicas na elaboração de pesquisas e na formulação de indicadores de inovação. Elaborado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE, foi publicado pela primeira vez em 1992 com foco na inovação tecnológica de produto e processo (TPP) na indústria de transformação (OCDE, 2005).

Além de possibilitar a comparação de estatísticas internacionais e servir como base para a realização de pesquisas sobre inovação na União Europeia, o Manual de Oslo inspirou o Brasil na elaboração da Pesquisa de Inovação (PINTEC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (TIGRE, 2006, p.72).

Nesse manual a inovação é definida como sendo a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócio, na organização do local de trabalho e nas relações externas (OCDE, 2005, p.55).

A partir dessa definição de inovação, o Manual (OCDE, 2005) aborda quatro tipos de inovações que representam um amplo conjunto de mudanças nas atividades das organizações, sendo essas: (a) a inovação de produto; (b) a inovação de processo; (c) a inovação de marketing; e (d) a inovação organizacional.

As **inovações de produto** se referem à introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado no que concerne as suas características ou usos previstos. Sendo

incluídos nesse conceito os melhoramentos significativos em especificações técnicas, componentes e materiais, *softwares* incorporados, facilidade de uso ou outras características funcionais.

A **inovação de processo** diz respeito à implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado, estando incluídas também as mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou *softwares*.

Para Pavitt (1984), as inovações de processo são aquelas que são empregadas no mesmo setor no qual são produzidas, enquanto que as inovações de produtos são usadas em diferentes setores.

A **inovação de marketing** é a implementação de um novo método de *marketing* com mudanças significativas na concepção do produto ou em sua embalagem, no posicionamento do produto, em sua promoção ou na fixação de preços.

Por fim, a **inovação organizacional** está relacionada com a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do seu local de trabalho ou em suas relações externas.

Tigre (2006) destaca que as mudanças tecnológicas são usualmente diferenciadas pelo grau de inovação e pela sua extensão frente ao que havia anteriormente. Essa perspectiva está alinhada ao pensamento de Freeman (1992) que observa a inovação a partir do impacto que essa exerce sobre a atividade econômica e propõe classificá-la como: **(a)** Incremental; **(b)** Radical; **(c)** Mudança no Sistema Tecnológico; e **(d)** Mudança no Paradigma Técnico-Econômico.

Na **Inovação Incremental**, a mudança tecnológica ocorre de forma gradual e contínua (FREEMAN; PEREZ, 1988), não deriva necessariamente de atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), tendo dentro de sua abrangência as melhorias no *design* ou na qualidade de produtos, aperfeiçoamento em *layout* e processos, novos arranjos logísticos e organizacionais, normalmente resultantes do processo de aprendizagem interno e da capacitação acumulada (TIGRE, 2006).

Para Freeman e Perez (1988), a ocorrência desse tipo de inovação, depende de uma combinação de pressões de demanda, fatores socioculturais, oportunidades e trajetórias tecnológicas, podendo muitas vezes acontecerem, nem tanto como atividade deliberada de pesquisa e desenvolvimento, mas como resultado de invenções e melhorias sugeridas por

engenheiros e outros diretamente envolvidos no processo de produção ou como resultado de iniciativas e propostas dos usuários.

A **Inovação Radical** é a ruptura da trajetória tecnológica existente com a inauguração de uma nova alternativa. A realização de uma inovação radical rompe os limites da inovação incremental, apresentando um salto de produtividade, mas também marca o início de uma nova trajetória incremental (TIGRE, 2006, p.74).

É um evento descontínuo e, segundo Freeman e Perez (1988), nos últimos tempos, resulta, geralmente, de atividades deliberadas de pesquisa e desenvolvimento em empresas e laboratórios de universidades e do governo. Esses autores apresentam um contraexemplo para ilustrar esse processo, sinalizando o fato de que não haveria como considerar que a geração termonuclear de energia elétrica é resultado de melhorias incrementais na geração de eletricidade através de usinas térmicas a carvão ou petróleo.

Freeman e Perez (1988), considera que a **Mudança no Sistema Tecnológico** é constituída por alterações muito mais profundas nas tecnologias, afetando vários setores da economia, bem como dando origem a novos setores. É baseada em combinações de inovações radicais e incrementais, juntamente com inovações organizacionais e gerenciais que afetam mais de uma ou algumas organizações (FREEMAN; PEREZ, 1988).

Para Tigre (2006), esse próximo estágio evolutivo, é caracterizado pela transformação de um grupo ou setor a partir do estabelecimento de um novo campo tecnológico, normalmente acompanhado de mudanças organizacionais no interior da empresa e na sua relação com o mercado. Essa categoria, segundo esse autor, pode ser exemplificada analisando o surgimento da Internet, que tem mudado as formas de comunicação e criado novas áreas de atividade econômica.

Por fim, a **Mudança no Paradigma Técnico-Econômico** está relacionada não apenas com as inovações de caráter tecnológico, mas, para Freeman (1992), também diz respeito ao ambiente social e econômico no qual tais inovações se encontram inseridas.

A mudança desse paradigma não é algo que ocorra com frequência, mas sua influência é duradoura e, por isso, necessita de mudanças em estruturas organizacionais e institucionais, sendo, na visão de Tigre (2006), o desenvolvimento da máquina à vapor, da eletricidade e da microeletrônica, exemplos de inovações que, em épocas distintas, se apresentaram como base das transformações tecnológicas, sociais e econômicas.

A pesquisa ora relatada, adotou como sendo um dos seus objetivos a investigação do tipo de inovação predominante no planejamento de emergência de uma central nuclear e os fatores relevantes para a sua difusão, considerando ser a inovação um componente essencial para o aprimoramento contínuo de um plano de emergência nuclear.

A partir da classificação proposta por Freeman (1992), espera-se argumentar no Capítulo 6 que o conceito de inovação incremental é o que melhor explica a dinâmica evolutiva recente do Plano de Emergência da CNAEA, visto que esse deve ser resultado de um processo de aprimoramento contínuo e gradual, baseado na acumulação de conhecimentos e experiências, nacionais e internacionais, e na incorporação de recursos, sistemas, práticas, procedimentos, orientações e recomendações considerados novos no contexto do sistema de preparação e resposta às situações de emergência.

#### 4.3.3 Entre Inovações Maiores e Menores

Nesta pesquisa o foco das reflexões sobre processo de inovação será conduzido através da distinção entre inovações maiores (radicais) e menores (incrementais). Tal opção teve como suporte a constatação de Freeman (1992; 1994, p. 474) que, apesar de reconhecer a existência de uma ampla variedade e complexidade de tipos de inovações, ressalta que a grande maioria dos autores faz uma distinção simples e dual entre inovações radicais e incrementais.

A partir de tal constatação e considerando que será discutido no Capítulo 6 a adoção de inovações na dinâmica evolutiva do plano de emergência da Central Nuclear Brasileira, a qual é essencialmente constituída por inovações incrementais, que não rompem com a atual filosofia do Plano, consolidada no final da década de 1990, conforme será argumentado na seção 6.1.2.1, foi percebida a necessidade de aprofundar conceitualmente algumas das características desses dois tipos de inovações.

Portanto, verifica-se que ao destacar a relevância das inovações incrementais, Queiroz (2006, p.198) salienta que, se observadas enquanto conjunto, as inovações menores definem as trajetórias evolutivas das inovações maiores. Dessa forma, o autor estabelece uma relação em que inovações maiores são, ao menos em parte, resultado de pequenos aprimoramentos e adequações.

Dosi (1982) discute essas inovações em termos de continuidade (inovações incrementais ou menores) e descontinuidades (inovações radicais ou maiores) das mudanças tecnológicas. O

autor salienta que as mudanças contínuas muitas vezes estão relacionadas com o progresso no decorrer de uma determinada trajetória tecnológica, enquanto que as descontinuidades estão associadas ao surgimento de um novo paradigma tecnológico, o qual a partir de uma perspectiva ampla, é percebido por Dosi (1982) como sendo constituído por um conjunto de procedimentos, problemas "relevantes" e de conhecimentos específicos para a sua solução.

Embora a inovação, por vezes, envolva mudanças descontínuas, algo completamente novo ou uma resposta radical a mudança de condições, Tidd, Bessant e Pavitt (2005, p.13) ressaltam que na maioria das vezes ela ocorre de forma incremental, pois produtos raramente são 'novos para o mundo' e o processo de inovação diz respeito principalmente a otimização e remoção de falhas em sistemas.

Para esses autores, esse tipo de melhoria contínua passou a receber atenção a partir do movimento de "gestão da qualidade total" na indústria japonesa, que mostrou preocupação com a melhoria da qualidade e da produtividade por meio da realização de mudanças incrementais, apesar de considerarem também que princípio semelhante já havia sido discutido nos estudos sobre "curva de aprendizagem", que considera a relação entre acúmulo de experiência com aumento da produtividade (ARROW, 1962; LEVITT; MARCH, 1988).

Para Queiroz (2006), isoladamente, cada inovação menor pode ter um papel pequeno, mas é a sequência dessas inovações secundárias que teria a capacidade de determinar ganhos de grande magnitude em termos de rendimento, de desempenho e de qualidade do novo produto ou processo. Não se pode tratar a mudança técnica incremental como um fenômeno de pouca importância, mesmo quando comparada com mudanças técnicas radicais (QUEIROZ, 2006).

O estudo realizado em 1965 por Samuel Hollander na planta industrial da Du Pont é referenciado por alguns autores (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978; FREEMAN; PEREZ, 1988; FREEMAN, 1992; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005) como um exemplo de que inovações maiores podem ser resultado de um incontável número de pequenas melhorias em produtos e sistemas.

Nesse estudo, Hollander demonstra que 90 por cento dos ganhos de produtividade alcançados na Du Pont, ao longo dos anos de 1950, são atribuídos a melhorias incrementais na operação da planta, propostas por engenheiros de produção, engenheiros de sistemas e operadores, sem influência da área de pesquisa e desenvolvimento da empresa (FREEMAN, 1992).

Rosemberg (2006), ao discutir o aprendizado incorporado, observa que esse surge de uma experiência inicial com uma nova tecnologia, a qual possibilita sua melhor compreensão e aperfeiçoamentos subsequentes no seu projeto. O autor cita como exemplo a indústria aeronáutica, que gera conhecimentos altamente especializados que fluem para reservatórios de conhecimentos que crescem no estágio de desenvolvimento do produto, sendo alimentado também por outras fontes relacionadas com aperfeiçoamento da metalurgia, novos progressos na aviônica<sup>81</sup>, entre outros.

É a partir dessa confluência que, para Rosemberg (2006), surge um fluxo contínuo de pequenos melhoramentos que podem ser incorporados a novos equipamentos. Se o Plano de Emergência for compreendido como um “produto”, é possível refletir se dinâmica semelhante vem acontecendo no sentido da incorporação de pequenas inovações técnicas e no emprego de recursos, normalmente já existentes e experimentados pelas organizações participantes em suas atividades fora do contexto da emergência nuclear.

#### 4.3.4 A Difusão e seus Fatores Indutores

O processo de difusão de inovações foi ilustrado por Hall (2004), através da narrativa da história de um macaco do sul do Japão que, em 1953, começou a lavar batatas-doces enlameadas em um córrego, antes de comê-las. Essa melhoria na preparação do alimento foi rapidamente imitada por outros macacos. Em 10 anos esse ato se transformou em norma social dentro do seu grupo imediato e em 1983 esse método já tinha se difundido completamente.

Outro exemplo de difusão é apresentado por Hall (2004), quando observa que em 1956, o mesmo macaco, inventou uma técnica de separação de grãos que consistia em arremessar no mar um punhado de grãos de trigo que estavam misturados com areia, de modo que o cereal flutuasse e pudesse ser recolhido na superfície. Mais uma vez, em 1983, este método de separar e recolher o trigo tinha se difundido quase que completamente por toda população local de macacos.

Com esses dois exemplos, Hall (2004), além de ilustrar o processo de difusão de inovações, reforça o fato de que a humanidade não detém o monopólio sobre elas e observa que: primeiro, quando algo é claramente melhor do que o que se tinha antes, novas ideias sobre

---

<sup>81</sup> É constituída por toda eletrônica incorporada a bordo dos aviões.

como fazer as coisas costumam se espalhar através de uma aprendizagem que acontece através da observação; e segundo, o processo pode demorar algum tempo.

Rosemberg (2006), enfatiza o fato de que a difusão de inovações é por vezes acompanhada de uma aprendizagem que resulta do seu uso em diferentes ambientes, a qual, tem o potencial para realimentar a inovação original através da incorporação de melhorias.

Para Tigre (2006) o processo de inovação e difusão não podem ser totalmente separados, pois em muitos casos a difusão contribui para o processo de inovação. A difusão de uma inovação teria o potencial para revelar problemas que podem ser corrigidos em versões posteriores. Portanto, para esse autor, a difusão alimenta e direciona a trajetória das inovações, revelando variações nas demandas por soluções técnicas.

Na literatura sobre inovação, duas abordagens básicas sobre a dinâmica da difusão das inovações são bastante discutidas (MOWERY; ROSEMBERG, 2006; NELSON; WINTER, 1977; PAVITT, 1984; FREEMAN; SOETE, 1997; DOSI, 1982), a **primeira**, conhecida como *Demand Pull*, ou “indução pela demanda”, aponta para a percepção de que são as forças do mercado as principais determinantes das mudanças técnicas, as quais consideram as necessidades explicitadas por seus usuários e consumidores. A **segunda** abordagem observa a tecnologia como um fator autônomo ou quase-autônomo, derivado de avanços da ciência, sendo conhecida como *Technology Push*<sup>82</sup>, ou “impulso pela tecnologia”.

Mowery e Rosemberg (2006), são pioneiros nos estudos sobre influências e fatores que orientam a direção dos processos de inovação e a possibilidade de contribuírem para o sucesso de ações governamentais com o objetivo de aumentar a produção de inovações úteis em áreas específicas.

A importância das demandas de mercado para o desenvolvimento de processos de inovação bem-sucedidos não é negada por Mowery e Rosemberg (2006). Eles alertam que, por vezes, o papel da demanda já foi superdimensionado e distorcido, resultando em sérias consequências para o desenvolvimento de políticas governamentais nessa área, particularmente, após término do otimismo sobre a utilidade da pesquisa pura, presente no início dos anos 1960, influenciada pela política que até então apontava para um modelo linear de desenvolvimento tecnológico (BUSH, 1945).

---

<sup>82</sup> Por vezes, também, citada como “*Science Push*” (FREEMAN; SOETE, 1997) e “*Science and Technology Push*” (PAVITT, 1984).

A principal argumentação dos defensores da *Technology Push*, segundo Nemet (2009), é de que os avanços no conhecimento científico determinam a taxa e a direção das inovações, enquanto que, por sua vez, os que acreditam na abordagem da *Demand Pull* argumentam que elas são movidas pela força das demandas.

Tigre (2006, p.77) observa que um dos principais argumentos em favor da *Technology Push* é de que a ciência básica vem criando oportunidades significativas para algumas aplicações tecnológicas, sendo, contudo, necessário reconhecer que o avanço da ciência não acontece de forma autônoma, pois esse é influenciado por políticas públicas e também por trajetórias tecnológicas.

Ao refletir sobre essas duas abordagens do processo de inovação, Freeman e Soete (1997, p. 200), salientam que existem vários exemplos de inovações técnicas que foram apresentadas por cientistas sem qualquer exigência muito clara de seus clientes nas fases iniciais de desenvolvimento, como foi o caso da energia nuclear, que nem os clientes em potencial ou os próprios cientistas tinham conhecimento da sua aplicação final.

Mas, por outro lado, Freeman e Soete (1997) também observam que defensores da *Demand-Pull*, citam exemplos onde uma necessidade claramente reconhecida levou a realização de invenções e inovações importantes, como por exemplo, o desenvolvimento da borracha sintética.

Apesar de salientar que existem casos em que uma ou outra abordagem possa aparecer de forma predominante, Freeman e Soete (1997, p. 201) consideram ser uma conclusão satisfatória o reconhecimento da importância de ambas as abordagens, simultaneamente.

Tidd, Bessant e Pavitt (2005, p.65) veem em Thomas Edison um exemplo de alguém que utilizou muito bem a compreensão sobre a natureza interativa da inovação, percebendo que tanto a tecnologia impulsiona como a demanda promove mobilizações. Para esses autores Thomas Edison foi um dos inovadores mais bem sucedidos dos EUA, registrando durante a sua vida mais de 1.000 patentes, dentre as quais a lâmpada, o filme de 35 mm, e até mesmo a cadeira elétrica, além de fundar um dos primeiros laboratórios do mundo voltado para a pesquisa e o desenvolvimento.

O trabalho de Edison na área de eletricidade é, segundo Tidd, Bessant e Pavitt (2005), um bom exemplo da relevância tanto da *Demand Pull* como da *Technology Push*, pois nesse acontece o reconhecimento de que, embora a lâmpada elétrica tenha sido uma boa ideia, ela tinha pouca relevância prática em um mundo onde não havia nenhum ponto de energia para

ligá-la. Como consequência, a equipe de Edison começou a construir infraestrutura para geração e distribuição de energia elétrica, incluindo lâmparinas, interruptores e fiação, até implementar em Nova Iorque o primeiro sistema de geração e distribuição de energia elétrica do mundo.

Trazendo para o contexto do planejamento de emergência da Central Nuclear Brasileira, considera-se oportuno e passível de reflexão, usar esse aporte teórico para indagar sobre quais tipos de questões demandam ou estimulam o aprimoramento desse planejamento, através da adoção de inovações, e se, de alguma forma, a disponibilidade de tecnologias, ou de recursos e capacidades também exercem força no sentido desse aprimoramento.

#### 4.3.5 Os Fatores Condicionantes

Alguns fatores são observados como sendo condicionantes para a difusão tecnológica, tendo a capacidade de influenciar o seu ritmo e direção, atuando tanto de forma positiva, através do estímulo a adoção, como negativa, criando restrições ao uso.

Esses fatores são discutidos por alguns autores (ROGERS, 2003; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005; HALL, 2004) a partir da investigação e classificação dos atributos que influenciam os potenciais usuários de uma inovação, sendo considerados: **(1)** a vantagem relativa; **(2)** a compatibilidade; **(3)** a complexidade; **(4)** a testagem e; **(5)** a observabilidade.

A **vantagem relativa** está relacionada com o grau em que uma inovação é reconhecida como algo que é melhor do que a solução vigente. Apesar de geralmente observada em termos econômicos, associados ao custo e benefício, fatores não-econômicos, como a comodidade, a satisfação e o prestígio social parecem ser também relevantes. Considera-se que quanto maior a vantagem percebida, maior será a probabilidade de aprovação da inovação.

A **compatibilidade** diz respeito ao nível de alinhamento da inovação com os valores pré-existentes, experiências passadas e necessidades dos usuários. Assim, a compatibilidade ou incompatibilidade de uma inovação está associada a crenças e valores socioculturais, ideias adotadas anteriormente e às necessidades dos potenciais usuários de uma inovação. Novas ideias são normalmente comparadas com as práticas vigentes e, por isso, a compatibilidade é considerada como um fator que tem a capacidade de alterar a taxa de adoção de uma determinada inovação.

A **complexidade** é o grau em que uma inovação é vista como sendo de difícil entendimento ou utilização. Ideias novas são normalmente classificadas observando a relação

complexidade-simplicidade. As inovações que são de compreensão mais fácil pelos seus usuários em potencial tendem a ser adotadas mais rapidamente do que aquelas que exigem o desenvolvimento de novas habilidades e conhecimentos por parte deles. Assim, normalmente, quando a complexidade de uma inovação é identificada pelos membros de um sistema social essa apresenta uma relação negativa com a taxa de adoção dessa inovação.

A **testagem** está associada à facilidade com que uma inovação pode ser testada por um usuário em potencial. Uma inovação testada apresenta menos incertezas para os seus potenciais usuários, possibilitando, assim, que sejam adotadas de forma mais rápida do que aquelas que não podem. A possibilidade de membros de um sistema social experimentarem uma inovação em um ambiente controlado, normalmente, tem a capacidade de influenciar positivamente a sua taxa de adoção.

A **observabilidade** consiste na facilidade com que uma inovação é avaliada após sua experimentação, sendo os resultados visíveis para os outros. Considera-se que quanto maior for a facilidade de observação dos benefícios de uma inovação, maior será a probabilidade da sua adoção por outros. Essa dinâmica representaria um modelo epidêmico de difusão que supõe que as inovações se espalham quando usuários em potencial estabelecem contato com usuários que já adotaram a inovação.

Tidd, Bessant e Pavitt (2005) consideram necessária a distinção entre atributos primários e secundários da inovação. O primeiro estaria relacionado com tamanho e custo, que são invariáveis e inerentes a uma inovação específica e independem do seu usuário em potencial. Já os atributos secundários, tais como a vantagem relativa e compatibilidade, podem variar de usuário para usuário, sendo assim dependentes das percepções e do contexto. Para esses autores, incentivos podem ser usados para promover a adoção de uma inovação, aumentando a percepção sobre a vantagem relativa de uma inovação, promovendo testes e reduzindo os custos das incompatibilidades.

Hall (2004) salienta que a maioria desses atributos são reconhecidos em vários estudos sobre inovação, de uma forma ou de outra, ainda que através de outros nomes. Por exemplo, a testagem e a observabilidade são, para esse autor, características que falam diretamente com o nível de incerteza enfrentado por um usuário em potencial. A complexidade enquanto condicionante estaria claramente relacionada com a perspectiva econômica sobre custos e necessidades de investimentos complementares, observada enquanto vantagem relativa que pode determinar a relação entre custos e benefícios da adoção de uma nova tecnologia.

Tidd, Bessant e Pavitt (2005) salientam que as externalidades de rede podem afetar o processo de adoção. Por exemplo, o custo de adoção e uso pode ser influenciado pela disponibilidade de informações sobre outras tecnologias, a existência de usuários capacitados, a assistência técnica, manutenção e inovações complementares, tanto técnicas como organizacionais.

Tigre (2006, p. 82) observa de uma outra forma os fatores condicionantes para inovação, classificando-os a partir de características de ordem: (a) técnica; (b) econômica; e (c) institucional.

A **condicionante técnica**, segundo Tigre (2006), está relacionada com as percepções sobre a dificuldade de entender e usar uma determinada inovação, além de considerar que tecnologias muito inovadoras podem criar algum tipo de impasse decisório decorrente da escassez de informações, incertezas e riscos inerentes ao pioneirismo.

A difusão de inovações e o seu ritmo dependem, também, de **condicionantes econômicas**, relacionadas com custos para aquisição, implantação e manutenção de uma nova tecnologia.

Esses custos, para Hall (2004), são constituídos não somente pelo preço da aquisição, mas também por outros complementares e pela aprendizagem necessária para fazer uso dessa “nova” tecnologia, podendo, no caso de tecnologias complexas, por vezes, ser um pré-requisito a reorganização do processo que irá utilizá-la.

Do ponto de vista da preparação e resposta a emergência nuclear, por ser constituída fundamentalmente por ações governamentais (Federal, Estadual e Municipal), acredita-se que restrições orçamentárias têm potencial para produzir impacto significativo nesse sistema como um todo, ou pontualmente sobre atividades a serem realizadas por alguma das esferas de Governo, particularmente na fase de preparação, por exemplo, no que se refere à manutenção e aprimoramento dos centros de resposta e na realização e aprimoramento dos exercícios gerais do plano de emergência.

Tigre (2006) também considera a existência de **condicionantes institucionais**, que inspiram reflexões e análise de questões sobre difusão tecnológica no âmbito do planejamento de emergência, particularmente, no que se refere à disponibilidade de capital humano, participação de organizações com culturas distintas e marco regulatório.

De forma complementar, através das considerações de Hall (2004), realizadas a partir de Rogers (2003), é possível observar um quarto fator, relacionado a **condicionantes sociais**, que aponta para algumas condições externas ou sociais que precisam ser consideradas em função de terem a capacidade de acelerar ou retardar o processo de inovação, estando essas relacionadas com questões como:

(a) a decisão é feita coletivamente, por indivíduos ou por uma autoridade central;

(b) quais são os canais de comunicação utilizados para adquirir informações sobre uma inovação, seja mídia de massa ou interpessoal;

(c) qual é a natureza do sistema social no qual os potenciais usuários estão inseridos, suas normas, bem como o grau de interconectividade e;

(d) quais são os esforços de promoção realizados pelos agentes de mudança (ex: campanhas de esclarecimento e divulgação).

A partir de Tigre (1998), percebe-se que existem outros fatores condicionantes que podem influenciar positivamente a difusão de inovações, tais como: a existência de inovações complementares; a criação de infraestrutura apropriada; a quebra de resistência dos atores envolvidos; as mudanças na legislação e; o aprendizado pelo uso das novas tecnologias.

Assim, acredita-se ser cabível a reflexão sobre quais desses fatores, com maior ou menor intensidade, encontram-se presentes e têm capacidade para influenciar a adoção de inovações na preparação e resposta às situações de emergência em uma central nuclear, influenciando a taxa e a direção com que tais inovações são propostas e incorporadas a esse sistema.

#### **4.4 O PROCESSO DE COMUNICAÇÃO**

Nesta seção será apresentada a base conceitual utilizada para discutir o processo de comunicação no contexto do Plano de Emergência da Central Nuclear Brasileira, de forma a explicitar a abordagem utilizada no desenvolvimento desta pesquisa.

Para tanto, as seções seguintes buscarão discutir a importância da informação e do diálogo como forma de minimizar controvérsias, a relevância de realizar uma comunicação de risco eficaz, sendo essa uma importante ferramenta para o estabelecimento de uma relação de confiança com a população e um passo que eventualmente precede e prepara para a necessidade de uma eventual comunicação de crise.

Será também apresentada a experiência sócio-participativa francesa para troca de informações entre os atores envolvidos com a operação de instalações nucleares e a população interessada, a sua origem no final da década de 1970 e sua trajetória até os dias de hoje, que levaram à constituição das atuais trinta e sete Comissões Locais de Informação (CLI).

#### 4.4.1 Nas Controvérsias: Informação e Diálogo

O ponto de partida para esta seção se dará a partir do conceito de informação enquanto redutora de incertezas, derivado do estudo de Shannon (1948) que propôs a Teoria Matemática da Comunicação, através do modelo de um sistema de comunicação constituído por fonte de informação, mensagem, transmissor, sinal emitido e recebido, receptor e fonte de ruídos.

É interessante observar que esse conceito foi originalmente desenvolvido em um contexto relacionado ao estudo de questões da área de engenharia de transmissão de sinais, ou telecomunicações, no qual a informação não está relacionada com significados.

Apesar de existirem alguns autores que questionam a incorporação desse conceito pela Ciência da Informação (BELKIN; ROBERTSON, 1976; CAPURRO; HJORLAND, 2007), autores como Shera e Cleveland (1977), Hayes (1992) e Pinheiro (1997) reconhecem a influência e a contribuição da teoria de Shannon (1948) para as questões da Ciência da Informação, sendo, por exemplo, considerados relevantes os aspectos relacionados ao ruído que “deforma a realidade” e leva uma mensagem a ter um certo grau de incerteza.

Para Barreto (1994), a informação também está associada ao conceito de redução de incertezas. O fenômeno da informação entre seres humanos, que habitam determinados espaços sociais, políticos e econômicos, pode, para esse autor, ser observado a partir das suas fontes geradoras ou emissoras de informação, do canal de transferência e do destinatário ou receptor de uma mensagem que contenha condições semânticas.

Os conceitos que relacionam a informação com a produção de conhecimentos nos indivíduos são, para Barreto (1994), os que melhor explicam a natureza do fenômeno informação, pois a partir desta estaria associada a liberdade do indivíduo, de seu grupo e de toda uma sociedade.

Aqui a informação é qualificada como instrumento modificador da consciência do homem e de seu grupo. Deixa de ser uma medida de organização para ser a organização em si; é o conhecimento, que só se realiza se a informação é percebida e aceita como tal e coloca o indivíduo em um estágio melhor de convivência consigo mesmo e

dentro do mundo em que sua história individual se desenrola (BARRETO, 1994).

Nessa perspectiva, considera-se no contexto desta pesquisa ser apropriado utilizar a definição de informação como redutora de incertezas sob a perspectiva da necessidade de melhoria contínua do canal de comunicação entre as várias instâncias organizacionais envolvidas na preparação e resposta a situações de emergência e entre essas e a população local, considerando ser importante dirimir, atenuar e, se possível, sanar eventuais controvérsias já durante a fase de preparação para uma eventual situação de emergência.

Afinal, no caso de necessidade real do acionamento do plano de emergência, as controvérsias e ruídos a respeito do Plano de Emergência poderiam introduzir elementos complicadores, com potencial para amplificar divergências que poderiam apresentar consequências significativas em um cenário de crise.

A redução de incerteza, então, nesse caso, não estaria relacionada à transmissão de sinais e ao número de escolhas possíveis a fim de criar uma mensagem, mas, sim, com a possibilidade de ampliação do conhecimento da população local quanto aos aspectos multifacetados relativos à preparação e resposta à emergência, dando significado as mensagens, tendo como efeito positivo em potencial o aumento da confiança nos atores organizacionais.

Nesse aspecto, a promoção e o desenvolvimento de dinâmicas sócio-participativas, pode permitir o surgimento de novas formas de pensar e de canais de informação e diálogo, que poderiam resultar em avanço no que diz respeito ao grau de confiança da população nos planos para mitigação das consequências de um acidente nuclear, através da redução no grau das incertezas relacionadas.

Nesse sentido, a partir de Lundvall (1988, p. 354), ressalta-se que só existe fluxo de informação se existir canal de informação através do qual uma mensagem possa ser transmitida, sendo para isso, também, necessária a construção de um código comum para que a mensagem seja efetivamente transmitida. Para esse autor, o estabelecimento desse canal de informação é um processo demorado e que envolve custos. Portanto, presume-se que tais canais de informação e diálogo precisam ser intencionalmente fomentados, estimulados pelos atores envolvidos com o planejamento de emergência.

Acredita-se que o acesso adequado a informações sobre atividades que incorporam algum tipo de risco para a população, através do estabelecimento de canais com uma dupla via de comunicação, contribuiria para o aumento confiança, pois, conforme observado pelo

sociólogo inglês Anthony Giddens (1991), um pressuposto para existência da confiança é a consciência das circunstâncias do risco, a partir da qual um indivíduo considera quais alternativas se tem para seguir.

Alguém que compra um carro usado, ao invés de um novo, arrisca-se a adquirir uma dor de cabeça. Ele ou ela deposita confiança na pessoa do vendedor ou na reputação da firma para tentar evitar que isso ocorra (GIDDENS, 1991, p.33).

Para Giddens (1991), quando um indivíduo não considera as alternativas possíveis ele passa a operar em um sistema de crença, por outro lado, quando o faz e tenta calcular os riscos reconhecidos, engaja-se em confiança. Para o autor, em situação de crença, indivíduos reagem ao seu desapontamento culpando outros, enquanto que em circunstâncias de confiança é presumido que esses indivíduos devam assumir parcialmente a sua responsabilidade, podendo se arrepender de ter confiado em alguém ou algo.

A confiança para Giddens é algo que está fundamentalmente relacionado com as instituições modernas, podendo ser tanto a confiança de que outros vão honrar, por exemplo, os valores atribuídos a fichas monetárias (dinheiro), como nos sistemas peritos, sistemas de excelência técnica ou de competência profissional que organizam a sociedade na qual vivemos.

Ao estar simplesmente em casa, estou envolvido em um sistema perito, ou numa série de tais sistemas, nos quais deposito minha confiança. Não tenho nenhum medo de subir as escadas da moradia, mesmo considerando que sei que em princípio a estrutura pode desabar. Conheço muito pouco dos códigos de conhecimento usados pelos arquitetos e pelo construtor do projeto da casa, mas não obstante tenho ‘fé’ no que eles fizeram. [...] Quando saio de minha casa e entro num carro, penetro num cenário que está completamente permeado por conhecimento perito – envolvendo o projeto e construção de automóveis, estradas, cruzamentos, semáforos e muitos outros itens. Todos sabemos que dirigir um automóvel é uma atividade perigosa, acarretando o risco de acidente. Ao escolher sair de carro, aceito este risco, mas confio na perícia acima mencionada para me garantir de que ele é o mais minimizado possível. [...] Quando estaciono o carro no aeroporto e embarco num avião, ingresso em outros sistemas peritos, dos quais meu próprio conhecimento técnico é, no melhor dos casos, rudimentar (GIDDENS, 1991, p.30).

Porém, para Giddens (1991), os sistemas abstratos, constituídos tanto por fichas simbólicas como por sistemas peritos, promovem o desencaixe das relações sociais das imediações de seu contexto, fornecendo “garantias” de expectativas distanciadas no tempo-espaco. Nesse sentido, o autor observa que para o leigo, a confiança é, em parte, um artigo de “fé”.

Os sistemas abstratos, na ótica de Giddens (1991, p.73), são constituídos por compromissos sem rosto, os quais diferem dos compromissos com rosto existentes nas relações sociais verdadeiras, estabelecidas em circunstâncias de co-presença.

Apesar do desencaixe das relações sociais no contexto dos sistemas abstratos, Giddens observa que todos os mecanismos de desencaixe interagem com contextos reencaixados, “[...] os quais podem agir ou para sustentá-los ou para solapá-los; e de os compromissos sem rosto estão vinculados de maneira ambigualmente análoga àqueles que exigem a presença do rosto.” (GIDDENS, 1991, p.74).

Giddens (1991, p.81) chama de ponto de acesso o local onde acontece o encontro e interação entre os representantes dos sistemas abstratos e os atores leigos. Para ele, são lugares de vulnerabilidade para os sistemas abstratos, mas também locais onde a confiança é mantida ou reforçada, um terreno comum dos compromissos com rosto e sem rosto, locais de tensão em potencial entre o ceticismo leigo e a perícia profissional.

Nesse local, a figura apresentada pelo sociólogo francês Bruno Latour (2000) como sendo o “discordante”, tem relevância fundamental, visto que esse teria a capacidade de influenciar a circulação ou não de informações, com potencial para transformar afirmações em fato ou ficção.

O “discordante” é apresentado por Latour (2000, p.40) dentro do contexto das controvérsias, a partir das chamadas modalidades positiva e negativa, as quais são construídas a partir de uma pergunta básica: “O que acontece quando alguém não acredita em uma sentença?”.

Para Latour (2000), as modalidades são sentenças que modificam ou qualificam outras sentenças. Então, para esse autor, uma modalidade é dita positiva quando uma sentença subsequente fortalece a sentença original. Por outro lado, quando a sentença original é enfraquecida, ou questionada pela sentença subsequente a modalidade é considerada negativa. Assim, os efeitos das modalidades positivas e negativas são completamente diferentes.

A partir dos exemplos de sentenças positivas e negativas apresentadas por Latour (2000, p. 40) e trazendo para o contexto desta pesquisa, é possível desenvolver uma sentença, tal como “O Plano de Emergência da CNAAA é elaborado com base em recomendações de organizações internacionais, adotadas por vários países no mundo.”, e imaginar que alguém poderia concluir “Se [o Plano de Emergência da CNAAA é elaborado com base em recomendações de organizações internacionais, adotadas por vários países no mundo], isso significa que o plano

está bem elaborado.” . Essa sentença reforça a sentença original, por isso, é considerada uma modalidade positiva.

Por outro lado, alguém poderia dizer, em resposta à afirmação original algo do tipo “[O Plano de Emergência da CNAAA é elaborado com base em recomendações de organizações internacionais, adotadas por vários países no mundo], tal como o Plano de Emergência de Fukushima”. A partir dessa nova sentença a sentença original é enfraquecida, sendo sua validade colocada em questão.

Assim, Latour (2000) observa que uma sentença pode se tornar mais fato ou mais ficção, dependendo da maneira como está inserida em outras. “Por si mesma, uma sentença não é nem fato nem ficção; torna-se uma outra mais tarde graças a outras sentenças” (Latour, 2000, p.45).

Por isso, Latour (2000, p. 46) considera ser mais gratificante a investigação dos estágios iniciais da construção de fatos do que ficar com os estágios finais, pois dependendo do tipo de modalidade as pessoas serão conduzidas por caminhos diferentes. Em função disso, esse autor conjectura que é em torno das modalidades que se travam as disputas mais ferozes, pois é nesse momento que o comportamento de outras pessoas é moldado. “A construção de fatos e máquinas é um processo coletivo” (LATOUR, 2000, p.53).

No contexto da preparação e resposta às situações de emergência nuclear e da dinâmica participativa da população local, é oportuna a reflexão da informação enquanto redutora de incertezas, a importância do estabelecimento de canais de comunicação apropriados, considerando a necessidade do estabelecimento de pontos de acesso como locais de encontro e de estabelecimento de compromissos com rosto, importante para a manutenção ou reforço da confiança nos sistemas peritos (GIDDENS, 1991), possibilitando um ambiente para a construção de fatos e não de ficções (LATOUR, 2000).

#### 4.4.2 Algumas Perspectivas sobre a Percepção dos Riscos

O risco, enquanto objeto social, é definido por Veyret (2007, p.11) como sendo a percepção do perigo, da catástrofe possível. Para esse autor a existência do risco está associada a um indivíduo, a um grupo social, a uma comunidade, a uma sociedade que o apreende através de suas representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas. Por isso, para Veyret (2007) não haverá risco sem população ou indivíduo que o perceba.

Para Giddens (1991, p.36), existe um entrelaçamento entre o risco e a confiança, que atua para reduzir ou minimizar os perigos sob os quais estão sujeitos alguns tipos específicos de atividades. Para esse autor, a segurança diz respeito a uma situação em que um conjunto específico de perigos se encontra neutralizado ou minimizado, assim, a experiência de segurança consiste, geralmente, em um equilíbrio entre confiança e o risco aceitável, que é variável conforme o contexto.

Essa perspectiva complementa a afirmação de Slovic (1992, p.119), que considera que o risco não existe "lá fora", independente de nossas mentes e culturas, esperando para ser medido. Para esse autor os humanos inventaram o conceito de "risco" para ajudá-los a compreender e lidar com os perigos e incertezas da vida.

Slovic (1992) nega a existência de algo como "risco real" ou "risco objetivo" e, por exemplo, considera a análise probabilística do risco de um acidente nuclear, realizada pelos engenheiros nucleares, algo baseado em modelos teóricos, cuja estrutura é subjetiva e dependente de julgamentos. Para Slovic (1992), os não-cientistas têm seus próprios modelos, suposições e técnicas de avaliações subjetivas, que às vezes são muito diferentes dos métodos dos cientistas.

Por outro lado, o risco, os acidentes e as catástrofes, segundo Veyret (2007), não constituem um novo campo científico ou disciplina, mas uma abordagem que integra os aportes provenientes tanto das ciências "duras" (geologia, meteorologia, química, física) como também da sociologia, do direito e da economia.

Tal abordagem multidisciplinar do risco é exemplificada por Veyret, ao citar o caso do geógrafo, que no domínio nuclear estuda:

[...] o risco ligado a uma nuvem radioativa que não se detém diante das fronteiras dos países, mas afeta vários espaços (como no caso de Chernobyl). As zonas de risco podem ser definidas, portanto, de formas e superfícies variáveis, mapeáveis em diferentes escalas espaciais e temporais (VEYRET, 2007, p.12).

Para reforçar essa característica geográfica do risco, é interessante citar os estudos do sociólogo alemão Ulrich Beck, que ao discutir a existência de uma sociedade industrial do risco, observa que esses:

[...] já não podem - como os riscos fabris e profissionais no século XIX e na primeira metade do século XX - ser limitados geograficamente ou em função de grupos específicos. Pelo contrário contêm uma tendência globalizante que tanto se estende à produção e reprodução como atravessa fronteiras nacionais e, nesse sentido, com um novo tipo de

dinâmica social e política, faz surgir ameaças globais supranacionais e independentes de classe (BECK, 2010, p.16).

Assim, é importante compreender o risco como um objeto multifacetado, passível de ser estudado a partir de abordagens diversas e, nesse sentido, Fischhoff, Watson e Hope (1984, p.124) alertam para a variedade de definições existentes para o termo “risco” e que a escolha de uma dessas definições pode afetar o resultado de debates políticos, a alocação de recursos para as medidas de segurança, bem como a distribuição do poder político na sociedade.

Para estes autores (1984), não existe definição de risco avançada o suficiente que possa ser considerada como a única correta, visto que não existiria uma definição apropriada para todos os problemas. Dessa forma, os autores abordam o risco a partir de algumas das dimensões das suas controvérsias, sendo essas:

**(a) A Objetividade** - especialistas costumam distinguir os riscos entre os chamados “objetivos” e os “subjetivos”. Sendo que, para Fischhoff, Watson e Hope (1984), os primeiros referem-se ao produto da pesquisa científica, às estatísticas de saúde pública, estudos experimentais, estudos epidemiológicos e análises de probabilísticas de risco.

Já os segundos dizem respeito às percepções dos não-especialistas, estabelecidas por quaisquer outras considerações apreendidas pela mente da população. Na filosofia da ciência, "objetivo", normalmente, significa algo semelhante a "independente do observador", ou seja, um indivíduo, algo que seguindo o mesmo procedimento deve chegar à mesma conclusão (FISCHHOFF, WATSON; HOPE, 1984).

Porém, mesmo em áreas em que estatísticas estão disponíveis, como na saúde pública, existem questões de interpretação a serem respondidas antes que possam ser estimados os níveis de risco atuais. Para Fischhoff, Watson e Hope (1984, p.125), a objetividade deve ser sempre uma aspiração, mas nunca poderá ser uma conquista da ciência;

**(b) A Dimensionalidade do Risco** – Os riscos de uma tecnologia raramente são suas únicas consequências, visto ser improvável a adoção de algum procedimento que não resulte em benefício ou custo para alguém (FISCHHOFF; WATSON; HOPE, 1984). A diferença entre os benefícios e os custos do não-risco, é vista por Fischhoff, Watson e Hope (1984), como sendo o benefício líquido.

**(c) A Estatística Sumária** – Fischhoff, Watson e Hope (1984) observam que para cada dimensão selecionada como sendo relevante, é necessário algum resumo quantitativo para expressar o quanto esse tipo de risco é criado pela tecnologia. Alguns aspectos controversos

podem ser vistos comparando às práticas de escolha de diferentes cientistas. Crouch e Wilson, observam que:

Do ponto de vista nacional, dado que uma certa quantidade de carvão tem de ser obtida, as mortes por milhão de toneladas de carvão é a medida mais apropriada de risco, enquanto que do ponto de vista de um líder sindical, as mortes por mil pessoas empregadas pode ser mais relevante. (CROUCH; WILSON apud FISCHHOFF, WATSON; HOPE, 1984).

**(d) A Delimitação tecnológica** – A disposição de contar mortes tardias significa que os efeitos de uma tecnologia não estão sendo limitados no tempo, como são, por exemplo, em alguns processos judiciais que consideram o tempo que passa entre a causa, efeito, descoberta e relato (FISCHHOFF; WATSON; HOPE, 1984). Além disso, para eles, outros limites precisariam também ser definidos, seja implicitamente ou explicitamente. Por exemplo: “Até que ponto os riscos devem ser restritos àqueles diretamente associados com o gozo dos benefícios ou estendido para toda a gama de atividades necessárias, para que esses benefícios sejam obtidos?” (FISCHHOFF; WATSON; HOPE, 1984, p. 126)

**(e) A Preocupação** – Fischhoff, Watson e Hope (1984) observam que situações que ameaçam a saúde e a segurança das pessoas são um fardo, mesmo que nunca aconteçam. Para Fischhoff, Watson e Hope (1984, p.127), a preocupação com os acidentes, doenças e desemprego ocupam as pessoas, mesmo quando elas e seus entes queridos experimentam uma vida longa, robusta e assalariada. Contudo, esses autores identificam que a tensão que acompanha tais situações pode contribuir para uma variedade de efeitos negativos para a saúde, particularmente quando é difícil controlar a ameaça.

Para autores como Ropeik (2008), descobertas no âmbito da neurociência e da psicologia apontam que a percepção de risco é um processo dual de fatos e impressões. Assim, as informações apropriadas, junto com uma série de instintos, nos ajudam a calibrar o que consideramos como algo temível.

Ropeik (2008, p.59) resume e exemplifica os fatores instintivos que influem a percepção pública sobre os riscos da radiação, como:

**(a) Dor e sofrimento** - Quanto maior for a dor e o sofrimento imputáveis a um risco, maior será o medo. Segundo Ropeik (2008), para algumas pessoas a radiação está associada ao câncer, que em alguns casos é percebido como uma forma indesejável de morrer;

**(b) Incognoscibilidade** - As pessoas geralmente têm mais medo de coisas que não podem detectar com seus próprios sentidos, tal como a radiação ionizante;

(c) **A Ameaça é natural ou produzida pelo homem?** Um risco natural, como do Radônio<sup>83</sup>, produz menos medo que o mesmo tipo de radiação ionizante procedente de uma fonte fabricada pelo homem;

(d) **Risco frente ao benefício** - Quanto maior é o benefício, menor será o temor ao risco. Dessa forma, muitas pessoas que se submetem a tratamentos médicos com o uso de radiação permanecem temendo os rejeitos nucleares;

(e) **Possibilidade de escolha** - Um risco assumido, voluntariamente, por uma comunidade que se oferece para sediar uma instalação para depósito final de rejeitos radiativos ou uma usina nuclear, é menos assustador que o mesmo risco se este tiver sido imposto;

(f) **Controle** - Quanto mais alguém acredita que pode influir sobre como os acontecimentos ocorrem, menos amedrontado ficará. Assim, a radiação liberada no ar por um dispositivo radiológico ou por um acidente em uma usina nuclear será percebida por um indivíduo como algo que ele não tem controle e, por isso, nada poderá fazer;

(g) **O risco é catastrófico ou crônico?** - Os riscos que representam uma ameaça para um grande número de pessoas, de uma só vez, suscitam mais medo que acontecimentos estatisticamente mais graves, com danos ou mortes, nos quais as vítimas se encontram geográfica e temporalmente dispersas. Dessa forma, imagens como de Hiroshima, Nagasaki e Chernobyl associariam acontecimentos relacionados com a segurança em usinas nucleares como potencialmente catastróficos; e

(h) **Confiança** – As pessoas ficam mais assustadas quando não confiam nas organizações ou nos funcionários responsáveis pela sua proteção, ou nas indústrias que produzem os riscos. Uma atuação incompetente, segredos e informações incoerentes são alguns dos elementos destruidores da confiança em incidentes nucleares e radiológicos.

---

<sup>83</sup> “O Radônio é um gás inerte natural que se origina do rádio, um elemento das séries de decaimento do urânio e tório. Está presente em praticamente todos os lugares da crosta terrestre, e por ser um gás, tem a propriedade de se acumular em ambientes fechados como residências, construções, cavernas, minas e túneis. [...] A ingestão de água, bem como a inalação de ar com altos níveis desse gás, pode representar risco direto à saúde da população, uma vez que expõe à radiação ionizante células sensíveis dos aparelhos respiratório e gastrointestinal, possibilitando, assim, o adoecimento por algum tipo de câncer nesses órgãos” (MARQUES; GERALDO; SANTOS, 2006).

Nesta pesquisa a percepção do risco, apesar de não ser objeto direto de estudo, é considerada uma força que pode influenciar o ritmo da dinâmica evolutiva de um plano de emergência nuclear.

É razoável presumir que durante momentos de crise, como os relacionados com acidentes nucleares, as organizações envolvidas com a preparação para resposta à emergência em outras instalações similares se sintam, por si só, pressionadas a rever os seus planejamentos e ações para emergência.

Por outro lado, é também esperado que, nesse mesmo caso, a sociedade exerça pressão no sentido de cobrar esclarecimentos e o aprimoramento do plano de emergência das demais instalações nucleares.

#### 4.4.3 A Relevância da Comunicação de Risco

Na pesquisa ora relatada, o processo de comunicação estabelecido no decorrer da preparação para uma situação de emergência foi estudado, em parte, à luz dos conceitos relacionados com a chamada “Comunicação de Risco”.

O aumento do medo e das preocupações da população perante a sua fragilidade diante dos riscos tecnológicos, tão arraigados na sociedade contemporânea, juntamente com uma correspondente demanda pela obtenção de informações a seu respeito, vem evidenciando a importância do avanço nas discussões sobre a comunicação de risco e tornando-a uma atividade cada vez mais complexa.

Palenchar (2009, p.31) observa que a era industrial e da informação criaram toda uma nova gama de riscos e crises. Mas, por outro lado, os avanços nas tecnologias de informação e comunicação têm permitido o aumento da conscientização das pessoas sobre esses mesmos riscos, bem como ampliado as oportunidades de diálogo e de compartilhamento de decisões com base na avaliação de riscos e discussões político-sociais.

Nesse sentido, a *United States Nuclear Regulatory Commission* (USNRC), agência responsável pela regulação das atividades nucleares nos Estados Unidos, define a comunicação de risco como um processo interativo usado para dialogar ou escrever sobre temas que provocam preocupação com a saúde, segurança, proteção ou meio ambiente (USNRC, 2004, p.1).

A comunicação de risco estabelece a ligação entre a análise de risco, a gestão de risco e o público, sendo necessária para a conciliação de diferentes percepções de risco a partir do ponto de vista de outras partes interessadas (USNRC, 2004, p.2).

De acordo com o *National Research Council* (NRC, 1989, p.2), a comunicação de risco é um processo interativo de troca de informações e opiniões entre indivíduos, grupos e instituições. E, sempre que vista dessa forma, problemas subjacentes significativos, embora talvez menos óbvios, podem ser melhor discernidos e tratados.

Para Ropeik (2008, p.59), a comunicação de risco diz respeito às ações, palavras e outras interações que incorporam e respeitam as percepções dos destinatários da informação e têm como finalidade ajudar as pessoas a tomar decisões mais informadas sobre as ameaças à sua saúde e sua segurança. Tal definição considera que a comunicação do risco está relacionada com:

- (a) o que a organização faz, e não somente com o que diz;
- (b) o componente afetivo das percepções de risco das pessoas; e
- (c) o diálogo, e não como uma série de instruções.

A *United States Environmental Protection Agency* (EPA)<sup>84</sup>, Agência de Proteção Ambiental Americana, define a comunicação de risco como sendo a troca de informações sobre saúde e riscos ambientais entre avaliadores de risco, gestores dos riscos, comunidade local, mídia e grupos de interesse, sendo este um processo para informar os membros da comunidade local sobre os riscos ambientais associados a um *site* e as ações que estão sendo tomadas para gerir esses riscos.

Contudo, é importante alertar que são relativamente recentes os conceitos de comunicação de risco que adotam como premissa o estabelecimento de um canal de diálogo, bidirecional, estabelecido entre os atores envolvidos. Por vezes, a comunicação de uma mensagem direcionada a não-especialistas, elaborada por especialistas técnicos, que descrevem ou caracterizam perigos, riscos, ou ações para redução de riscos, é realizada a partir de um canal

---

<sup>84</sup> Disponível em:

<[http://ofmpub.epa.gov/sor\\_internet/registry/termreg/searchandretrieve/termsandacronyms/search.do?matchCriteria=Contains&checkedTerm=on&checkedAcronym=on&search=Search&term=risk communication#](http://ofmpub.epa.gov/sor_internet/registry/termreg/searchandretrieve/termsandacronyms/search.do?matchCriteria=Contains&checkedTerm=on&checkedAcronym=on&search=Search&term=risk%20communication#)>.

Acesso em: 16 out. 2014.

unidirecional. Tal prática, equivocada, reforçaria a imagem do especialista esclarecendo ou persuadindo um público desinformado e passivo (NRC, 1989, p.19).

É preciso, então, considerar que uma parte importante do processo de comunicação de risco é a mensagem. No caso específico da comunicação de risco, é recorrente a utilização da expressão “mensagem de risco”, *risk message* em inglês, para fazer referência à parte do processo interativo de comunicação, que flui em uma só direção, sendo representada por declarações verbais, imagens, anúncios, publicações, documentos jurídicos, sinais de alerta, ou outras atividades que descrevem características, advogam posições ou ações a respeito de riscos, tecnologias ou atividades perigosas, ou opções de controle de risco (NRC, 1989, p.23).

As mensagens de risco normalmente possuem fontes variadas e identificáveis, sendo dirigidas a um ou mais públicos, podendo ser elaboradas por físicos, jornalistas, agências regulatórias, fabricantes, grupos ambientalistas, autoridades de saúde, entre outros autodenominados consultores (NRC, 1989).

Tais mensagens por vezes se limitam a descrever o risco e os estudos científicos sobre estes, mas também podem descrever o contexto no qual um perigo ou risco é encontrado, os precedentes da sua ocorrência, comparação com outros perigos e riscos, ou a apresentação de informações sobre os riscos, em conjunto com informações sobre benefícios inerentes, além de riscos e benefícios alternativos. É oportuno lembrar que mensagens de risco podem ser construídas para informar os seus destinatários ou, mesmo, para influenciá-los (NRC, 1989, p.23).

Ao longo do tempo, a comunicação de risco tem sido objeto de diferentes abordagens, e, nesse sentido, Kasperson e Kasperson (2005, p.72) apresentam e esclarecem que:

**(a) nos sistemas de informação**, o foco está nos conceitos de transmissor, receptor, mensagem, canal de informação, público-alvo e excesso de informação. O pressuposto-chave para o sucesso dessa abordagem é o estabelecimento de um fluxo eficiente e oportuno de mensagens, da fonte ao receptor, por meio de canais diversos, com a menor de perda de informação possível;

**(b) no marketing**, tem o foco no comportamento do consumidor e consiste em um conjunto diversificado de métodos e estratégias de publicidade e comercialização de produtos. No cerne dessa abordagem está a dificuldade de escolha do consumidor, frente ao número de alternativas existentes e os formatos de informação que podem de fato facilitar comparações. Além disso, trata da segmentação do mercado e das diferenças de interesses e necessidades

individuais, com o objetivo de realizar o agrupamento eficiente de consumidores para o direcionamento de suas mensagens;

**(c) nos estudos psicométricos**, o foco está no receptor da mensagem, sendo ele um indivíduo que lida com situações de decisão e faz julgamentos com base em percepções e valores. São utilizadas técnicas analíticas para produzir representações, ou "mapas cognitivos", de atitudes de risco e percepções. Nessa abordagem, as pessoas são convidadas a fazer julgamentos sobre grau de risco e o nível desejável de regulação para cada um desses. Tais julgamentos são, então, relacionados a questões como atributos dos riscos, os benefícios que acompanham o risco, o número de mortes causadas e as características da morte causada por um risco específico frente às mortes por outras causas.

**(d) na abordagem cultural**, parte da premissa da existência de diferentes culturas na sociedade, cada qual com a sua própria visão de mundo ou viés cultural, incluindo pontos de vista sobre riscos e perigos. As pessoas estruturam suas visões de mundo de forma consistente com a sua experiência social diariamente compartilhada e, por isso, diferentes culturas corporativas e governamentais envolvidas em controvérsias sobre o risco têm dificuldade em compreender os medos e as objeções das outras.

**(e) na participação pública**, as décadas de 1980 e 1990 representaram um aumento nas expectativas dos cidadãos relativas com o seu direito de conhecer e participar das decisões públicas que afetam suas vidas. As pesquisas sobre a participação pública têm contribuído com algumas diretrizes para a formulação de programas de comunicação de risco, tais como a diferença de perspectivas entre a população e os gestores.

Nesse sentido, a população teria nos programas de comunicação de risco uma possibilidade de compartilhamento do poder e participação na definição de metas. Por outro lado, gestores considerariam tais programas como tendo uma função instrumental, um meio para alcançar objetivos de saúde e segurança já estabelecidos.

Em tal abordagem, a falta de envolvimento permanente da população é também uma fonte de falhas, além da percepção de que a credibilidade das informações sobre risco estarem relacionadas com a credibilidade e confiança nas organizações envolvidas.

No presente trabalho a comunicação de risco foi observada como uma oportunidade de interação entre os atores envolvidos, estabelecendo fluxos de informação que, por vezes, resultam em questões que servem como estímulo e têm potencial para impulsionar os processos

de aprendizagem e inovação dentro da percepção da existência de ciclos de aprimoramento do planejamento de emergência das centrais nucleares.

#### 4.4.4 A Comunicação de Crise: O Desafio da Desinformação

Em função da pesquisa tratar o processo de comunicação durante a fase de preparação e aprimoramento do Plano de Emergência Nuclear, a comunicação de crise não é considerada enquanto objeto de investigação direta desta pesquisa, visto que essa trata a comunicação quando o risco se transforma em uma crise de fato, em consequência de um eventual acidente nuclear.

Porém, a proximidade da temática da comunicação de risco e de crise, que até pouco tempo eram tratadas de forma indistinta, faz com que seja necessário desvendar e delimitar ambos os conceitos. Sendo a comunicação de risco uma espécie de estágio preparatório para a comunicação de crise, será possível perceber a existência de características complementares entre esses conceitos.

Por vezes, existe aquele momento em que o risco vira realidade e um evento se materializa trazendo preocupações e sofrimento para a população e impactos para o meio-ambiente, sendo deflagrada uma situação de crise. Aqui é oportuno citar uma definição simples, mas bastante esclarecedora, que descreve a crise como sendo o risco manifestado (PALENCHAR, 2009, p. 47).

A comunicação de risco é um processo contínuo de educação e conscientização da sociedade e a comunicação de crise aproveita programas de comunicação de risco para gerenciar a desinformação e a especulação que ocorre tipicamente durante uma crise (ANS, 2012, p.30).

A comissão reguladora nuclear americana (USNRC, sigla em inglês) considera que a comunicação de risco estabelece a ligação entre a análise de risco, a gestão de risco e o público (USNRC, 2004, p.57). Contudo, reconhece que, durante uma crise, a relação entre cada um desses elos é abalada, com:

(a) o público acentuando as suas preocupações com a segurança e, muitas vezes, questionando o próprio órgão regulador;

(b) os tomadores de decisão sob pressão para respostas imediatas e;

(c) os analistas de risco indagados a fornecer respostas em um período de tempo reduzido, com o uso das mesmas ferramentas e processos analíticos que foram desenvolvidos para uso em condições normais.

Então, durante os momentos de estresse produzido em uma situação de crise é preciso considerar algumas práticas, do ponto de vista da circulação e transferência de informações, que devem, ou não, ser adotadas e, nesse sentido, a USNRC faz algumas sugestões, conforme o Quadro 5.

**Quadro 5:** Atitudes em Situações de Crise

O que fazer?	O que não fazer?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmitir informações precisas e oportunas para os interessados, o quanto antes e frequentemente;</li> <li>• Fornecer os detalhes que você conhece, informando a mídia e outros interessados, enquanto você procura ter mais informações;</li> <li>• Acompanhar - a credibilidade está em jogo;</li> <li>• Selecionar os porta-vozes certos e prepará-los;</li> <li>• Certificar-se de que os porta-vozes expressam empatia e preocupação com os afetados pela crise;</li> <li>• Transmitir o compromisso do órgão regulador com a segurança pública e prevenção de danos;</li> <li>• Compartilhar informações internamente - a equipe do órgão regulador quer saber sobre a situação e são um grande recurso para transmitir informação confiável e mensagens-chave para os outros;</li> <li>• Acomodar as necessidades de informação dos meios de comunicação;</li> <li>• Reconhecer incertezas;</li> <li>• Colaborar com as principais partes interessadas e entender as suas necessidades e preocupações de informação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especular sobre a situação;</li> <li>• Culpar a mídia - controvérsia, informação negativa, e drama são a essência do negócio deles;</li> <li>• Deixar de ver a situação de crise do ponto de vista daqueles que são afetados.</li> </ul>

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Em uma crise envolvendo a saúde ou a segurança pública, prestar informações às pessoas que podem exercer algum grau de controle sobre a situação e;</li> <li>• Aplicar as lições aprendidas durante a comunicação de risco.</li> </ul> |  |
|---|--|

**Fonte:** Adaptado pelo autor a partir de USNRC, 2004, p.58.

A desinformação e, eventuais especulações resultantes de um processo deficiente de comunicação com o público, durante um momento de crise, podem contribuir para o agravamento da própria crise.

Ropeik (2008, p.58) lembra que problemas de comunicação relacionados com o acidente de Chernobyl acabaram resultando em abortos desnecessários e que no acidente de Goiânia (CARDOSO, 2014), várias pessoas procuraram os serviços médicos para serem examinadas, ocasionando consequente impacto na capacidade do sistema médico para tratar aqueles que tinham sido realmente afetados.

Enfim, é preciso considerar a comunicação de risco como uma etapa importante, que prepara e exercita os envolvidos para que, em caso de emergência, seja estabelecida uma comunicação de crise eficiente, capaz de responder à altura as necessidades e anseios da população afetada.

Por outro lado, é interessante observar que, de alguma forma, em se tratando de preparação para emergência, ambos os tipos de comunicação devem fazer parte do planejamento. A comunicação de risco, com suas estratégias participativas e de conquista da confiança da população, e a comunicação de crise, que a partir da credibilidade conquistada, pode fazer fluir informações confiáveis, tranquilizar a população no momento de adversidade e, em última análise, salvar vidas.

#### 4.4.5 A Experiência Sócio-Participativa Francesa

Apesar de serem relevantes as diferenças econômicas e socioculturais que distinguem a França do Brasil, é oportuno nesta pesquisa a abertura de espaço para apresentar o modelo francês de participação popular em questões relacionadas com o funcionamento de instalações nucleares daquele país, como forma de entender a trajetória percorrida, constituída de experiências e complexidades que podem colaborar para a construção e aprimoramento de um

modelo brasileiro, particularmente, no que se refere ao desenvolvimento de ações de comunicação e informação durante a preparação para o caso de uma emergência na Central Nuclear Brasileira.

Em março de 2011 a França possuía cinquenta e oito usinas nucleares em operação e uma em construção (WEC, 2011), porém a decisão de utilizar a energia nuclear para a geração de energia elétrica naquele país data de 1974, durante o governo do primeiro ministro Pierre Messmer, como uma resposta à crise do petróleo (BAUDÉ *et al.*, 2009).

Tal decisão, segundo Baudé *et al.* (2009), foi objeto de fortes debates na sociedade civil francesa, em especial nas localidades próximas de onde estavam sendo propostas a instalação de usinas nucleares.

Baudé *et al.* (2009) observa que em alguns locais, tal como Fessenheim, existia um significativo aumento da oposição contra a instalação de usinas nucleares, a qual levou à realização de protestos por uma parte da população local e de alguns dos representantes por ela eleitos. Tais atos culminaram com o estabelecimento de uma Comissão Local de Acompanhamento, em 1977, como uma alternativa conciliatória que permitiria o monitoramento das atividades da usina (SILVA, 2007).

Esse precedente, segundo Baudé *et al.* (2009), acaba por se tornar um modelo para a criação das chamadas Comissões Locais de informações (CLIs), como as comissões de Saint-Laurent-des-Eaux e Romans-sur-Isère, criadas no final da década de 1970, e outras que foram surgindo por todo o território francês.

Porém, o *status* formal dessas comissões é estabelecido somente em 1981, através de circular do Primeiro-Ministro Pierre Mauroy a qual, mesmo sem ter o peso de uma lei, incentivava a criação de uma CLI para cada instalação nuclear na França (SILVA, 2007).

Essas CLIs foram desde o início pensadas para serem representações plurais, refletindo a diversidade de atores locais, como um complemento à lógica da representação eletiva, constituída basicamente por quatro grupos, que podem variar na sua proporção em cada CLI, a saber: representantes eleitos, atores econômicos e sociais, ONGs ambientalistas e personalidades qualificadas (BAUDÉ *et al.*, 2009).

Segundo Silva (2007, p.452), apesar das atribuições das CLIs estarem relacionadas com a troca de informações e acompanhamento do funcionamento da central nuclear, essas acabam sendo ampliadas, levando-as a assumir o papel de mediador entre os técnicos e a população em

geral, podendo atuar tanto como uma espécie de “representante” da usina junto aos habitantes como sendo um meio para levar a opinião da população até os engenheiros da central.

Em 2000, alguns presidentes de CLIs se juntaram para criar a Associação Nacional das Comissões Locais de Informação (ANCLI), com o propósito de facilitar a troca de informações entre as CLIs, repercutindo em nível nacional as questões que surgem em cada uma das comissões locais, e incentivar iniciativas locais (SILVA, 2007).

Baudé *et al* (2009) esclarece que, de uma forma geral, a ANCLI exerce papel no sentido de:

- (a) Facilitar a troca de experiência e o compartilhamento de informações entre seus membros;
- (b) Representar todas as CLIs, no âmbito nacional e internacional;
- (c) Estabelecer relações com organizações nacionais (Ministérios, Instituto de Radioproteção e Segurança Nuclear) e internacionais;
- (d) Oferecer apoio logístico às CLIs;
- (e) Organizar diversas iniciativas pedagógicas, de informação e comunicação, tais como: visita a instalações nucleares; realização de conferências; atualização e disponibilização de informações para divulgação junto às CLIs, escolas, municípios e universidades; treinamento dos membros das CLIs; publicação do boletim informativo “Déclic” e; desenvolvimento e manutenção do sítio do ANCLI na Internet, sugerido como modelo para as CLIs que queiram criar ou renovar os seus próprios sítios;
- (f) Realizar estudos sobre questões ligadas à proteção do meio ambiente e segurança nuclear.

Em 2003, a ANCLI passou a contar com um Comitê Científico que incorpora competências diversas em questões da área nuclear, da hidrogeologia à física, bem como em ciências sociais e epidemiologia, quando necessário também encomenda a realização de estudos para peritos externos (BAUDÉ *et al.*, 2009).

Dessa forma, esse corpo científico tem o objetivo de responder questões de ordem técnica e científica apresentadas pelas CLIs, realizando atividades de: assessoria e apoio às CLIs e ANCLI no que se refere a avaliações científicas; facilitar o desenvolvimento de reflexões e troca de informações nas CLIs, promovendo conferências e debates; desempenhar papel consultivo na elaboração das publicações das CLIs e ANCLI e; em nome de ANCLI, ser o

interlocutor junto a comitês de especialistas de diversas organizações francesas e estrangeiras (BAUDÉ *et al.*, 2009).

Cabe considerar que ao longo do tempo e em função da sua origem, construída a partir das controvérsias entre os “anti” e os “pró” nuclear, o modelo sócio-participativo francês buscou estar apoiado cada vez mais em bases técnicas, menos subjetivas, seguindo uma trajetória alinhada ao pensamento de Latour (2000, p.53), o qual considera que quanto mais as controvérsias avançam e são discutidas, mais somos levados às “tecnicidades”.

No caso das CLIs, essa dinâmica, ainda considerando Latour (2000), levou à utilização, por vezes, de “contra-laboratórios” como forma de garantir verificações autônomas e independentes sobre eventuais liberações de substâncias no ar (SILVA, 2007).

Atualmente, existem na França 37 Comissões Locais de Informação<sup>85</sup>, sendo o único país europeu a ter legislação específica<sup>86</sup> que confere legitimidade à existência dessas comissões, estabelecendo, entre outras coisas, o seu funcionamento, suas missões e formas de financiamento. A lei francesa de transparência e segurança nuclear estabeleceu que as despesas das CLIs devem ser custeadas pelo Estado e autoridades locais.

Uma singularidade do modelo francês está relacionada ao papel das CLIs de informar a população sobre as atividades realizadas em importantes instalações nucleares do país, porém, Silva (2007) observa que essas comissões associam a ideia de “informação” à de “formação” e, por isso, buscam capacitar indivíduos para que esses possam melhor compreender e apresentar perguntas pertinentes frente ao que lhes é dito.

Nesse sentido, tanto as CLIs como a ANCLI promovem viagens de estudos, reuniões e colóquios que acontecem entre as assembleias, como forma dos leigos “se formarem” através do acesso a conhecimentos mais específicos. O caráter didático das CLIs junto a população se materializa, por exemplo, na distribuição de material informativo com orientações aos moradores sobre o que fazer no caso de uma emergência (SILVA, 2007).

---

<sup>85</sup> Site da Associação Nacional das Comissões Locais de Informação (ANCLI). Disponível em: <<http://www.anccli.org/>>. Acesso em: 18/09/2014.

<sup>86</sup> a Lei nº 686 de 13 de Junho de 2006, sobre Transparência e Segurança Nuclear (TSN). Disponível em: <<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006053843&dateTexte=20081107>>. Acesso em: 19 set. 2014.

No Brasil as ações de informação à população são realizadas somente pelo Estado, através da coordenação do SIPRON e atuação de algumas das organizações participantes do sistema de emergência, como a CNEN, as Defesas Cíveis Estadual e Municipal (Angra dos Reis e Paraty) e a Eletronuclear, que custeia grande parte dessas ações.

## **5 O ESTUDO DE CASO: A DINÂMICA EVOLUTIVA DE UM PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR**

O planejamento das ações para mitigação das consequências de um acidente grave em centrais nucleares, geradoras de energia elétrica, envolve questões complexas conforme apresentado no Capítulo 3.

Iniciativas no sentido de melhor sistematizar a dinâmica sob a qual se desenvolve o aprimoramento desse planejamento podem ser bastante úteis, por exemplo, na definição de estratégias, identificação de problemas e busca de soluções com foco em áreas temáticas específicas.

Nesta pesquisa, foi adotado como pressuposto a existência de uma dinâmica própria que conduz ao aprimoramento do planejamento e, conseqüentemente, do plano de emergência para as situações de emergência em centrais nucleares, a qual é passível de ser sistematizada a partir do desenvolvimento e da inter-relação dos processos de aprendizagem, inovação e comunicação, a qual será objeto de reflexões no Capítulo 6.

Como resultado do estudo de caso, apresentado neste capítulo, é esperada a identificação e análise da dinâmica evolutiva das ações de planejamento e resposta a situações de emergência em centrais nucleares, a partir da experiência do Plano de Emergência da CNAEA, contribuindo para o desenvolvimento de uma perspectiva evolutiva e sistematizada com base nos processos de aprendizagem, inovação e comunicação, a partir da qual se espera apontar sugestões de melhorias.

Para melhor definir a estratégia para a realização do estudo de caso foi preciso observar: **(i)** a existência de uma gama considerável de ações previstas e realizadas a partir do Plano de Emergência da CNAEA, fato que poderia contribuir para algum tipo de dispersão nas informações obtidas em decorrência das entrevistas e; **(ii)** a proposta de contemplar nesta pesquisa aspectos sócio-participativos relacionados à participação da população na construção e desenvolvimento do Plano de Emergência, sendo esses discutidos no Capítulo 6, em particular na seção que aborda o processo de comunicação de risco.

A partir dessa reflexão, foi adotada como opção metodológica da pesquisa a busca por respostas obtidas com base nas ações desenvolvidas, preferencialmente, na região da Praia Vermelha, localizada no município de Angra dos Reis / RJ. Na seção 5.3 são apresentadas algumas questões e características dessa região que serão especialmente úteis nas discussões sobre o processo de comunicação de risco.

### **5.1 A UNIDADE DE ANÁLISE: O Plano de Emergência da CNAAA**

A realização desta pesquisa adotou, a partir de Yin (2001), como caso de estudo A DINÂMICA EVOLUTIVA DE UM PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR, sendo a sua unidade de análise as ações de planejamento e resposta para mitigação das consequências de uma eventual emergência na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). Tal planejamento se encontra codificado na forma de um conjunto de planos referenciados nesta pesquisa sob a denominação de PLANO DE EMERGÊNCIA DA CNAAA.

As características tanto da Central Nuclear Brasileira como do seu plano de emergência foram anteriormente descritas no Capítulo 3.

### **5.2 A COLETA DE DADOS**

Com o objetivo de obter informações sobre a dinâmica de preparação e resposta às situações de emergência na CNAAA foram utilizados neste estudo de caso quatro fontes de evidência distintas: **(I)** Documentação; **(II)** Observação Direta; **(III)** Entrevistas; e **(IV)** Questionários. A investigação e análise dos conteúdos obtidos a partir dessas fontes primárias foram realizadas, prioritariamente, de forma sequencial, o que permitiu o acúmulo gradual de experiência e conhecimento sobre o tema trabalhado.

Para a criação de uma fundamentação lógica consistente, somente após o domínio aceitável dos conteúdos da documentação relacionada com a preparação e resposta a emergência nuclear na CNAAA, a pesquisa passou a concentrar esforços nas ações de observação direta, nas entrevistas com representantes de organizações e, por fim, no contato direto com a população da Praia Vermelha para o preenchimento dos questionários.

É relevante destacar que nenhuma das fontes utilizadas poderia substituir plenamente as demais, pois é percebido nessas um caráter complementar (YIN, 2001, p.120). O tratamento sistemático e em conjunto de tais fontes proporcionou ao pesquisador a imersão necessária no universo da preparação e resposta a uma eventual emergência nuclear na CNAAA e, especialmente, nas questões relacionadas com a localidade da Praia Vermelha.

O uso de várias fontes de evidências nos estudos de caso permite que o pesquisador dedique-se a uma ampla diversidade de questões históricas, comportamentais e de atitudes. A vantagem mais importante, no entanto, é o desenvolvimento de linhas convergentes de investigação, um processo de triangulação [...] (YIN, 2001, p.121).

Esta opção metodológica para a coleta de dados, que adota múltiplas fontes de evidência, de fato, permitiu não apenas a convergência da investigação, mas o uso de informações com características tanto qualitativa como quantitativa, que juntas se complementaram e corroboraram para o desenvolvimento das argumentações que permeiam essa pesquisa.

A seguir serão detalhados os passos realizados na coleta de dados, sendo estes: **(i)** a Pesquisa Documental; **(ii)** a Observação Direta; **(iii)** a Elaboração do Roteiro das Entrevistas; **(iv)** a Realização das Entrevistas; **(v)** a Elaboração dos Questionários; e **(vi)** a Aplicação dos Questionários.

### 5.2.1 Primeiro Passo – Pesquisa Documental

A pesquisa e leitura da documentação relacionada com o Plano de Emergência da CNNAA foi parte de uma estratégia para a aquisição dos conhecimentos necessários para a construção das reflexões realizadas no decorrer desta pesquisa.

Tal estratégia está alinhada ao pensamento de Yin (2001, p.109) ao observar que: “os documentos desempenham um papel óbvio em qualquer coleta de dados, ao se realizar um estudo de caso. Buscas sistemáticas por documentos relevantes são importantes em qualquer planejamento para a coleta”.

A pesquisa documental foi desenvolvida, principalmente, com o intuito de localizar e obter o conjunto de documentos que neste estudo foi denominado como Plano de Emergência da CNAAA, a legislação nacional pertinente e as recomendações internacionais relacionados à preparação e resposta a situações de emergência nuclear na CNAAA.

No entanto, é oportuno destacar que a pesquisa documental não teve o propósito fundamental de recuperar de forma exaustiva a totalidade dos planos relacionados com uma situação de emergência nuclear na CNAAA, tampouco suas revisões. A obtenção dos planos foi limitada, tão somente, àqueles percebidos como passíveis de conter contribuições significativas para a pesquisa.

Por exemplo, com exceção das Defesas Civas, da Eletronuclear e da CNEN, que têm planos com nomenclaturas distintas, todas as demais organizações participantes do sistema de emergência da CNAAA devem possuir planos de emergência complementares, os chamados PECs.

Contudo, no decorrer da pesquisa foi dada prioridade à obtenção do PEC da Marinha, visto que cabe a essa organização a implementação de ações de particular interesse desta pesquisa, como é o caso da adoção do procedimento de abicagem na localidade da Praia Vermelha.

Durante a pesquisa documental foi possível ter acesso e realizar o estudo do Plano de Emergência Externo do Governo do Estado do Rio de Janeiro (versão original e 1ª, 3ª, 4ª e 5ª revisões), Plano de Emergência Local (7ª revisão – Unidade I / 6ª e 7ª revisão – Unidades I e II), Plano para Situações de Emergência – CNEN (4ª revisão), Plano de Emergência Setorial da CNEN para Reatores de Potência – Unidades 1 e 2 da CNAAA (5ª revisão), Plano de Emergência Municipal para uma Situação de Emergência Nuclear – Angra dos Reis (1ª e 4ª revisões), Plano de Emergência Complementar da Marinha do Brasil (ano 2012 e 2013).

O conhecimento advindo da leitura dessa documentação foi, por um lado, usado de forma explícita no decorrer da pesquisa, e, por outro, serviu para alinhar e aperfeiçoar a compreensão da inter-relação entre esses planos, sem que fossem, de fato, explicitadas características específicas de cada um deles.

Para Gil (2010, p.121), a fonte documental é imprescindível em qualquer estudo de caso, pois, para esse autor, em um estudo sobre uma determinada organização é através da consulta a documentos que se torna possível obter informações referentes à sua estrutura.

É a partir desse pensamento que foram aprofundados os conhecimentos sobre o arcabouço legal do País no que tange à preparação e resposta às situações de emergência nuclear. Para tanto, foi realizada a localização e leitura de decretos, leis e outras normativas nacionais relacionados ao tema, que contribuiu, por exemplo, para a melhor compreensão da evolução histórica das atribuições do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON).

De forma complementar, a análise de relatórios e recomendações internacionais na área de preparação e resposta às situações de emergência nuclear contribuiu, por exemplo, para melhor compreender parte da dinâmica da aprendizagem advindas dos acidentes nucleares. Essa percepção pode ser ilustrada através de reflexões sobre a NUREG-0654/FEMA-REP-1<sup>87</sup>

---

<sup>87</sup> NUREG-0654/FEMA-REP-1- Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants U.S. Disponível em: <<http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0404/ML040420012.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

que inclui lições aprendidas durante e após o acidente de *Three Mile Island*, tendo sido essa elaborada pela comissão responsável pela regulação nuclear nos Estados Unidos (USNRC) e pela agência federal americana responsável pelo gerenciamento de emergências (FEMA) e está incorporada ao conjunto teórico de referência utilizado para a elaboração do Plano de Emergência da CNAAA.

Outro exemplo de fonte consultada foram os relatórios das missões OSART (*Operational Safety Review Team*), realizadas pela Agência Internacional de Energia Atômica nas unidades I e II da CNAAA, com o intuito de verificar práticas e trocar experiências em várias áreas, dentre as quais se encontra a preparação para situações de emergência nuclear.

### 5.2.2 Segundo Passo - Observação Direta

Para uma melhor compreensão da dinâmica do aprimoramento do planejamento das ações para fazer frente a uma eventual situação de emergência na Central Nuclear Brasileira e refinamento das estratégias a serem adotadas por esta pesquisa, foi vislumbrada a possibilidade de realização de uma observação direta do Exercício Geral do Plano de Emergência da CNAAA, realizado no período de 10 a 12 de setembro de 2013.

Tal exercício, de acordo com o Manual do Exercício Geral de Resposta à Emergência Nuclear - Angra 2013, teve como objetivo demonstrar: **(1)** a capacidade de notificar as organizações envolvidas nas ações de resposta à situação de emergência nuclear; **(2)** a capacidade de mobilizar pessoal e meios previstos nos Planos de Emergência para a CNAAA; **(3)** a capacidade de ativar os Centros de Emergência previstos; **(4)** a adequabilidade das instalações, equipamentos, recursos humanos e materiais para atender à emergência; **(5)** a capacidade de comunicação entre as organizações, os Centros de Emergência, as equipes de campo e demais profissionais envolvidos; **(6)** a capacidade de comando, coordenação e controle; **(7)** a capacidade de implementar, em tempo hábil, as medidas de proteção previstas; **(8)** a capacidade de mobilização e operação das equipes envolvidas na preservação da fauna terrestre identificadas na região, ameaçadas de extinção, possibilitando a preservação da espécie; **(9)** a capacidade de desenvolver projeções de dose; **(10)** a capacidade de alertar e notificar a população nas ZPE 3 e 5; **(11)** a capacidade de coordenar a formulação e a disseminação de informações e instruções para o público; **(12)** a capacidade de coordenar o

---

desenvolvimento e a disseminação de informações claras, precisas e em tempo hábil para a imprensa; **(13)** a capacidade organizacional e a disponibilidade dos meios necessários para controlar o tráfego e o acesso às áreas evacuadas e aos abrigos; **(14)** a adequabilidade de procedimentos, instalações, equipamentos e pessoal para monitoração radiológica, descontaminação e registro de pessoas removidas; **(15)** a adequabilidade das instalações, equipamentos, suprimentos e procedimentos nas áreas de abrigo; **(16)** a adequabilidade de veículos, equipamentos, procedimentos e pessoal para o transporte de indivíduos acidentados e acidentado-contaminados; **(17)** a capacidade de realizar medidas e análises de amostras ambientais; **(18)** a adequabilidade de equipamentos, suprimentos e pessoal de instalações médicas responsáveis pelo tratamento de contaminados e/ou acidentados; **(19)** a adequabilidade de procedimentos, no campo, para identificação de áreas contaminadas; **(20)** a capacidade de remover a população da APE, das ZPE 3 e 5; **(21)** a capacidade do atendimento pré-hospitalar; **(22)** a capacidade de atendimento em ambiente hospitalar convencional e/ou especializado em rádio acidentado; **(23)** a capacidade de distribuição de pastilhas de Iodeto de Potássio para a população; **(24)** a capacidade de remoção marítima de parte da população das ZPEs 3 e 5; **(25)** a capacidade de evacuação a pé dentro da APE; **(26)** a capacidade de identificação de possíveis danos à fauna marinha local, visando a preservação das espécies ameaçadas de extinção e restrição à prática de pesca e maricultura; **(27)** a capacidade de garantir a segurança das informações sensíveis entre os centros; e **(28)** a capacidade de garantir a segurança relativa à tecnologia da informação.

De fato, a experiência vivenciada *in loco*, no decorrer da observação das ações empreendidas com o propósito de cumprir os diversos objetivos definidos para o exercício de 2013, apontou para a possibilidade da pesquisa ser realizada tendo como norte a observação das ações desenvolvidas na Praia Vermelha, particularmente, no que se refere à verificação de ações de cunho sócio-participativo envolvendo a população local no desenvolvimento do Plano.

Esta opção foi priorizada dentre outras abordagens possíveis para pesquisa, tais como o desenvolvimento do estudo com foco nas ações para implementação dos Hospitais de Campanha da Marinha e do Exército, respectivamente, nos lados oeste e leste da Central. Apesar de terem sido montados em exercícios anteriores, somente em 2013 foi disponibilizada essa infraestrutura, de forma ampla, para realização de consultas médicas e laboratoriais pela população.

De forma preliminar foi identificado que a implementação desses hospitais vem ao longo do tempo sendo aprimorada, além de ser possível perceber que tal aprimoramento é também suportado por processos em aprendizagem, inovação e comunicação.

Apesar disso, foi definido que a região da Praia Vermelha seria o ponto de referência para o desenvolvimento desta pesquisa após considerar: **(1)** a dinâmica de interação entre a população local e algumas das organizações envolvidas com o Plano de Emergência da CNAAA; **(2)** o universo reduzido da população e da sua significativa diversidade sociocultural; **(3)** a relevância da aprendizagem técnico-organizacional para a implementação das ações na região; e **(4)** algumas complexidades relacionadas com a adoção de novos procedimentos e recursos naquela localidade.

De fato, mesmo que algumas dessas questões tenham sido imaginadas durante a leitura preliminar do Plano de Emergência da CNAAA e documentação relacionada, a observação direta do exercício, em campo, permitiu a clareza necessária para o desenvolvimento de reflexões e considerações inerentes à temática estudada.

Parte dessas reflexões surgiram após o acompanhamento de ações desenvolvidas com o intuito de comunicar para a população da Praia Vermelha a adoção de algumas das inovações que estão sendo introduzidas dentro dessa localidade, tais como: a adoção de medidas para evacuação da população pelo mar e a orientação da população sobre os procedimentos de abrigagem e utilização de pastilhas de Iodeto de Potássio.

A observação direta proporcionou, também, uma melhor percepção sobre algumas características da população, da geografia da região e dos tipos de construções existentes na localidade, pois, “[...] as observações de um bairro ou de uma unidade organizacional trarão uma maior dimensão na hora de compreender tanto o contexto quanto o fenômeno que está sob estudo” (YIN, 2001, p. 115).

Durante o exercício geral de emergência de 2013 também foram produzidas várias das fotos usadas no decorrer deste trabalho, que ilustram e buscam dar maior consistência e clareza às argumentações que têm por base esse tipo de exercício. Tal ação encontra alinhamento com o pensamento de Yin (2001) que, ao discutir a coleta de dados por meio da observação direta para a realização de um estudo de caso, afirma que:

As observações podem ser tão valiosas que você pode até mesmo pensar em tirar fotografias do local de estudo. No mínimo essas fotografias ajudarão a transmitir as características importantes do caso a observadores externos (YIN, 2001, p.115).

E, de fato, espera-se que este recurso visual proporcione maior facilidade de compreensão e permita uma melhor correlação entre as reflexões a respeito do Plano de Emergência da CNAAA e os conceitos utilizados neste estudo. Então, nesse sentido, acredita-se que o emprego de tais fotografias contribua para o aumento da clareza e da qualidade da pesquisa realizada.

### 5.2.3 Terceiro Passo – Elaboração do Roteiro das Entrevistas

Com o propósito de coletar informações e percepções visando uma melhor compreensão sobre a dinâmica evolutiva do Plano de Emergência da CNAAA, o estudo de caso adotou como opção metodológica a realização de entrevistas com integrantes das organizações participantes e da Associação de Moradores da Praia Vermelha que tiveram experiência prática nas ações do Plano.

A partir do conhecimento adquirido através da revisão de literatura, da leitura de Planos e documentações relacionadas com a preparação e resposta à emergência na CNAAA e após a observação do Exercício Geral do Plano de Emergência de 2013, foi desenvolvido um roteiro para a realização de entrevistas semiestruturadas.

Para Trivinos (1987), a entrevista semiestruturada se caracteriza por ser, em geral, aquela que:

[...] parte de certos questionamentos básicos, apoiados em teorias e hipóteses, que interessam à pesquisa, e que, em seguida, oferecem amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que se recebem as respostas do informante. (TRIVINÓS, 1987, p.147)

A partir dessa perspectiva apontada por Trivinos (1987), o roteiro foi desenvolvido contendo um total de dezoito perguntas, organizadas em três blocos relacionados aos temas de aprendizagem, inovação e comunicação, conforme Apêndice A.

Durante a elaboração do roteiro foi definido que o mesmo deveria ser utilizado de forma flexível, permitindo que os entrevistados se sentissem livres para responder e apresentar as informações complementares que julgassem pertinentes.

Em função disso, não foi estabelecido tempo máximo para as entrevistas, deixando que o mesmo fosse definido conforme a dinâmica, características e disponibilidade de cada entrevistado.

#### 5.2.4 Quarto Passo – Realização das Entrevistas

A estratégia para realização das entrevistas foi definida após a participação, como convidado, nas reuniões da Comissão de Coordenação da Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (COPRON), no dia 25 de fevereiro de 2014, e do Comitê de Planejamento de Resposta a Situações de Emergência Nuclear no Município de Angra dos Reis (COPREN/AR), nos dias 11 e 12 de março de 2014.

Tais participações permitiram não somente a melhor compreensão de questões relacionadas com a preparação para situações de emergência na CNAEA, como, também, o estabelecimento de contato com alguns dos representantes das organizações participantes.

Esse contato presencial foi de grande relevância para o desenvolvimento da pesquisa, pois facilitou o estabelecimento do diálogo tanto para o agendamento das entrevistas formais como para o acesso a outros documentos analisados.

De fato, a observação *in loco* do Exercício Geral do Plano de Emergência, em 2013, realizada antes da participação nas reuniões dos comitês, já havia proporcionado um contato inicial com alguns desses representantes, mesmo que de forma menos intensa devido à impossibilidade de ações mais concretas naquele momento em função da própria dinâmica do exercício.

Tendo como base as observações e conhecimentos adquiridos, foram convidados para as entrevistas membros de algumas das organizações consideradas centrais nas ações do Plano de Emergência da CNAEA, em particular, as previstas e realizadas na localidade da Praia Vermelha. É oportuno destacar que alguns dos entrevistados possuíam mais de 20 anos de atuação nas ações do Plano.

As entrevistas semiestruturadas foram realizadas conforme as perguntas constantes do Apêndice A, as quais serviram como ponto de partida para o diálogo com o conjunto de entrevistados, sendo esses: dois integrantes da Defesa Civil do Município de Angra dos Reis; dois oficiais da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro; um funcionário da Eletronuclear; um servidor da Comissão Nacional de Energia Nuclear; um oficial da Marinha do Brasil; e um membro da Associação de Moradores da Praia Vermelha.

As 8 (oito) entrevistas realizadas tiveram, cada uma, duração entre uma e três horas. Para registro, análise e interpretação das informações transmitidas no decorrer das entrevistas, foram realizadas gravações de áudio, considerando que esses recursos “[...] certamente

fornece uma expressão mais acurada de qualquer entrevista do que qualquer outro método“ (YIN, 2001, p.114).

Os trechos das entrevistas considerados de interesse foram transcritos e serviram de inspiração para algumas das reflexões apresentadas no decorrer desta pesquisa, sendo que em alguns casos esses foram citados de forma explícita com o intuito tanto de ilustrar as argumentações trabalhadas como de compartilhar alguns dos pontos de vista dos entrevistados.

### 5.2.5 Quinto Passo – Elaboração dos Questionários

Outro importante passo para a coleta de dados foi a aplicação de questionários junto à população da Praia Vermelha, que teve como objetivo captar as percepções de parte da população e identificar aspectos sócio-participativos presentes no desenvolvimento do Plano de Emergência da CNAAA. A partir da aplicação do questionário junto à população foi possível obter algumas informações relevantes para as reflexões sobre o processo de comunicação de risco, conforme apresentado na seção 6.1.3.

O questionário foi elaborado com questões fechadas (BABBIE, 2003, p.189) distribuídas em duas partes, uma visando obter dados demográficos e outra contendo questões específicas sobre o Plano de Emergência da CNAAA, conforme observado no Apêndice B.

A primeira parte teve como objetivo principal melhor qualificar o respondente através da obtenção de dados relacionados com sua experiência nas ações do Plano de Emergência da CNAAA. Para tanto, buscou-se principalmente obter dados relativos ao tempo que reside ou trabalha na Praia Vermelha, se conhece o Plano e quantas vezes já participou dos Exercícios Gerais do Plano de Emergência.

A segunda parte do questionário foi dedicada à obtenção de informações mais específicas, que estabeleceram fundamentalmente a percepção da população sobre processo de comunicação e de circulação das informações sobre o Plano de Emergência.

Nesta parte foram apresentadas 8 (oito) perguntas para que os respondentes atribuíssem notas de 1(um) a 5 (cinco) a cada uma delas. Ao respondente foi também apresentada a opção de declarar não saber informar.

É oportuno explicitar que já durante a aplicação do questionário, foi observado que alguns dos respondentes ao serem submetidos à oitava questão declararam que nunca tiveram medo das Usinas. Em função desse fato, as respostas a essa questão passaram a contar com uma

nova categoria de agrupando a qual contempla os respondentes que declaram nunca terem tido medo das Usinas.

Além disso, vale ressaltar que apesar de ter sido considerada inicialmente, não foi utilizada a escala Likert, apesar de Babbie (2003, p.189), por exemplo, acreditar que a partir dessa seria possível determinar o quanto os respondentes apoiam determinada atitude ou perspectiva. Esse procedimento é normalmente operacionalizado em um formato no qual o respondente é solicitado a "concordar fortemente", "concordar", "discordar", "discordar fortemente", "aprovar fortemente", "aprovar", entre outras possibilidades.

Essa opção metodológica foi descartada, pois em função do perfil da população local foi considerado que a mesma poderia apresentar maior dificuldade de compreensão da gradação das respostas possíveis, propostas de acordo com a escala Likert, podendo, assim, trazer maior grau de incerteza para o resultado da pesquisa.

#### 5.2.6 Sexto Passo – Aplicação dos Questionários

Durante o ano de 2014 foram realizadas nos dias 21 de março, 29 de abril e 31 de maio visitas à região da Praia Vermelha com o intuito de aplicar o questionário junto à população local. A visita do dia 21 de março teve como um dos seus objetivos a aplicação de uma primeira versão do questionário a título de comprovação da sua clareza e consistência, sendo, para isso, o mesmo aplicado junto a dois moradores da localidade.

Após ajustes, que não invalidaram os dados inicialmente coletados, o questionário foi submetido a mais 27 respondentes, sendo moradores e pessoas que trabalham nas pousadas da localidade.

Os questionários foram preenchidos por um total de 29 (vinte e nove) respondentes, localizados em ambos os lados da BR-101, possuindo características sociais, econômicas e culturais diversas, incluindo, por exemplo, pessoas que atuam profissionalmente como cozinheira, diarista, técnico de enfermagem e segurança do trabalho, eletricitista, médico, empresário, gerente, pescador e professor.

Acredita-se que o número de questionários respondidos, vinte e nove, seja uma amostra representativa da população local, visto que segundo o Censo/IBGE 2010<sup>88</sup> a localidade da Praia Vermelha é constituída por um total aproximado de 44 residências, nas quais residem cerca de 132 pessoas. Dessa forma, os questionários preenchidos representam a opinião de cerca de 22% da população investigada.

Vale destacar que o processo de aplicação do questionário aconteceu de forma a realizar visitas em todas as casas da localidade investigada, sendo que as mesmas foram realizadas em dias de semana e em um final de semana. Algumas casas foram visitadas por mais de uma vez, de forma a tentar obter o preenchimento do maior número possível de questionários.

Apesar de tal esforço não foi possível localizar os moradores de algumas das casas, em função: **(a)** dos mesmos estarem exercendo suas atividades profissionais fora da localidade; **(b)** da casa ser usada de forma esporádica; ou **(c)** pelo fato da mesma estar desocupada.

Durante a aplicação do questionário foi observado que alguns desses respondentes possuem vínculo direto com a Eletronuclear, sendo, por exemplo, empregados de forma temporária durante a troca dos elementos combustível das Usinas ou até possuindo vínculo na qualidade de funcionário aposentado dessa empresa.

É relevante destacar que os moradores e trabalhadores do Condomínio Barlavento não foram incluídos nesse procedimento, em função da percepção de que a inclusão dos mesmos poderia distorcer alguns dos resultados da pesquisa, visto que a maioria dos moradores desse condomínio fazem uso de suas casas principalmente para veraneio.

O processo de aplicação dos questionários permitiu que alguns dos respondentes, de forma espontânea, expressassem com maior nível de detalhes algumas de suas percepções sobre o Plano, sendo as mesmas anotadas a título de informações complementares.

### **5.3 A PRAIA VERMELHA: Referência e Amostra**

O Plano de Emergência da CNAEA, em doses distintas, abrange dimensões de ordem política, social e econômica, envolvendo uma gama significativa de atores e um conjunto

---

<sup>88</sup> Dados do Censo 2010. Disponível em:

<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/territorio/unit.asp?e=c&t=4&p=CD&v=96&codunit=55227&z=t&o=4&i=P>.

Acesso em: 25 mar. 2014.

extenso de ações a serem planejadas e desenvolvidas com o propósito de fazer frente a uma eventual situação de emergência nuclear.

Essa característica demandou a implementação de uma estratégia específica para o desenvolvimento desta pesquisa, no que se refere principalmente à caracterização do processo de comunicação de risco.

O estabelecimento de um ponto de referência que fosse ao mesmo tempo norteador e convergente no que diz respeito a observação das questões que envolvem o Plano de Emergência da CNAAA e a sua *interface* com a população local foi considerado de fundamental importância.

A região da Praia Vermelha foi definida como sendo o local para a realização de estudo empírico junto à população. A heterogeneidade econômica e social dessa população faz com que a mesma se constitua em uma amostra relevante para a análise e considerações necessárias para o alcance do objetivo específico, que aborda o processo de comunicação de risco no âmbito do planejamento de emergência da CNAAA.

A escolha dessa amostra por conglomerado da população (GIL, 2010) foi feita, também, pelo fato de estar situada em uma região passível de ser evacuada, em caso de declaração de Emergência Geral na CNAAA, dentro da Zona de Planejamento de Emergência de 5 Km (ZPE-5), e por apresentar um histórico de ações visando a introdução de inovações relevantes para o aprimoramento do Plano, sendo percebida uma significativa intensificação dessas nos últimos quatro anos.

### 5.3.1 Algumas Características da Praia Vermelha

A localidade conhecida como Praia Vermelha se encontra na Zona de Planejamento de Emergência de 5 Km (ZPE-5), no distrito de Mambucaba, entre os municípios de Angra dos Reis e Paraty, com acesso na altura do Km 528,5, antigo Km 138,5, da Rodovia Federal BR-101 (Trecho Rio-Santos), conforme Figura 17.

**Figura 17:** Acesso à Localidade da Praia Vermelha



**Fonte:** Google Maps, em Junho de 2014

O Estudo de Impacto Ambiental – EIA da Unidade 3 da Central Nuclear Álvaro Alberto, elaborado pela empresa MRS Estudos Ambientais Ltda., faz referência a região da Praia Vermelha como sendo constituída por dois conjuntos populacionais com características distintas, compostos pelo Condomínio Barlavento e por construções

[...] de padrão espacial desorganizado, que caracteriza as construções feitas por populações de baixa renda, nas duas margens da rodovia. Na paisagem urbana predominam, nos aglomerados subnormais, as construções de acabamento incompleto, caracterizadas pelo emprego de materiais pobres ou de aproveitamento de demolições, manuseados por mão-de-obra sem qualificação adequada (ELETRONUCLEAR, 2013).

Apesar de tal descritivo, durante a pesquisa em campo foi possível observar que atualmente, também, existem na região da Praia Vermelha, fora dos limites do Condomínio Barlavento, pousadas bem estruturadas e algumas moradias que parecem ser compatíveis com um padrão econômico médio-alto.

Em novembro de 1996, por solicitação do Departamento de Defesa Civil, a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE realizou um dos primeiros levantamentos junto a todos os habitantes localizados na Zona de Planejamento de Emergência de 5 Km, estando a Praia Vermelha nesse limite conforme ilustrado na Figura 18.

**Figura 18:** Localização Geográfica da Praia Vermelha, a 5 Km de Angra I



**Fonte:** Adaptada a partir de Google Maps, em Junho de 2014.

Após esse levantamento foi constatado que naquele momento a Praia Vermelha possuía cerca de 153 habitantes e o Condomínio Barlavento, objeto de um levantamento em separado, contava naquela ocasião com cerca de 58 habitantes (ELETRONUCLEAR, 1998).

De certa forma, o levantamento demográfico de 1996 já sinalizava a existência de dois núcleos populacionais distintos na região investigada. Por isso, torna-se oportuno elucidar que nesta pesquisa não foram considerados aspectos relacionados ao Condomínio Barlavento, visto que esse é, de fato, constituído por um conjunto de residências normalmente utilizadas para veraneio, consideradas de alto padrão econômico, e que, em princípio, seus proprietários não têm participação representativa dentro das ações do plano de emergência, provavelmente, por permanecerem na região apenas de forma ocasional.

Sendo assim, sempre que for referenciada nesta pesquisa a Praia Vermelha não estarão sendo contemplados quaisquer aspectos referentes ao Condomínio Barlavento.

E, para reforçar essa delimitação e contribuir para maior clareza dessa opção metodológica, a Figura 19 apresenta o recorte geográfico que foi respeitado durante a pesquisa.

**Figura 19:** Delimitação Geográfica da Região da Praia Vermelha, considerada nesta pesquisa



**Fonte:** Adaptada a partir de Google Maps, em Junho de 2014.

Ao analisar o Censo Demográfico IBGE 2010<sup>89</sup>, observa-se que a Praia Vermelha é constituída por aproximadamente 44 domicílios e cerca de 132 habitantes, além de conter três pousadas (Flores, Feitiço Caiçara e Água Marinha) e um pequeno restaurante. Esse cenário possibilitou a realização do estudo a partir de uma amostragem da população de Angra dos Reis, localizada na ZPE-5, com características relativamente heterogêneas sob a perspectiva social, econômica e cultural.

Vale ressaltar que a aparente redução no número de habitantes da Praia Vermelha do levantamento do IBGE de 1996 para o de 2010 talvez não indique necessariamente uma redução de fato da população dessa localidade. Nesse caso, é mais prudente considerar que a população dessa localidade permanece relativamente estável em termos quantitativos, pois devido ao número reduzido de habitantes é possível que essa aparente sinalização de redução populacional tenha sido, na prática, resultado de algum tipo de divergência relacionada com o número de

<sup>89</sup> Dados do Censo Demográfico IBGE 2010. Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/territorio/unit.asp?e=c&t=4&p=CD&v=96&codunit=55227&z=t&o=4&i=P>>.

Acesso em: 25 mar. 2014.

residências visitadas, data e horário de permanência dos moradores na localidade e o momento em que o último levantamento foi realizado pelo IBGE.

Essa observação está baseada na experiência adquirida durante a aplicação dos questionários desta pesquisa, quando foi experimentada uma relativa dificuldade para estabelecer contato com alguns dos moradores em função dos mesmos exercerem atividades profissionais externas à localidade, por exemplo.

O Censo de 2010 contribuiu também para traçar o perfil econômico da população da Praia Vermelha, sendo apresentado no Quadro 6, que utiliza como variável de observação o número de domicílios permanentes e considera o salário mínimo de referência à época no valor de R\$ 510,00.

**Quadro 6:** Distribuição do Rendimento Mensal Domiciliar da Praia Vermelha

<b>Classes de Rendimento</b>	<b>Número de Domicílios</b>
Até 1/2 salário mínimo	-
Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	1
Mais de 1 a 2 salários mínimos	10
Mais de 2 a 5 salários mínimos	18
Mais de 5 a 10 salários mínimos	7
Mais de 10 a 20 salários mínimos	5
Mais de 20 salários mínimos	3
Sem rendimento	-
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>

**Fonte:** Adaptado a partir da Tabela 3268 do Censo IBGE 2010.

Os dados relativos ao rendimento domiciliar levantados durante o Censo de 2010 corroboram com a percepção da existência, na localidade pesquisada, de famílias menos favorecidas economicamente. No entanto, comprovam também para identificação de grupos familiares com renda compatível com a chamada Classe A, se considerada a definição de classes econômicas apresentada no trabalho publicado pela FGV em 2010, denominado A Nova Classe Média: O Lado Brilhante dos Pobres, coordenado por Marcelo Cortês Neri, no qual atribuiu a essa classe aqueles cuja renda domiciliar mensal seja superior a R\$ 6.329,00 (NERI, 2010).

### 5.3.2 As Ações do Plano na Praia Vermelha

São apontadas nesta seção as principais ações que vêm sendo introduzidas gradativamente ao longo do tempo na Praia Vermelha, as quais tem o propósito fundamental de preparar a população local para uma eventual situação de emergência nuclear na CNAAA.

As ações destacadas foram selecionadas após a leitura de alguns dos documentos do Plano datados a partir de 1994, ano da primeira publicação do Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ) e observações em campo, sendo estas:

- a realização do teste do Sistema de Alarme por Sirenes, todo dia 10 às 10 horas da manhã;
- o exercício de evacuação da população por via rodoviária, a partir do ponto de reunião e embarque localizado no Km 528,5 da BR 101, trecho Rio-Santos;
- o exercício de evacuação marítima, realizado através da abicagem de embarcação da Marinha do Brasil na Praia Vermelha;
- a demonstração de técnica para isolamento das residências, caso seja necessária a abrigagem temporária da população na própria localidade;
- a orientação da população sobre a utilização profilática de iodo estável, conforme o Protocolo de Assistência Farmacêutica em Acidentes Radiológico-Nuclear do Ministério da Saúde e da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis;
- a distribuição anual de calendários contendo as informações necessárias sobre as ações a serem adotadas pela população local;
- a realização de palestras no período que antecede os exercícios Gerais do Plano de Emergência da CNAAA.

Além dessas ações realizadas diretamente junto à população da Praia Vermelha, existem outras realizadas fora do espaço geográfico dessa localidade que podem contribuir de forma transversal e complementar para a melhor compreensão da população sobre o Plano de Emergência da CNAAA e influenciar algumas das percepções verificadas no decorrer desta pesquisa, sendo alguns exemplos: **(1)** a realização do curso de capacitação de professores sobre energia nuclear e defesa da comunidade, com o objetivo de capacitá-los para serem multiplicadores de informações sobre energia nuclear e o Plano de Emergência nas escolas e na região<sup>90</sup>; **(2)** a possibilidade de conhecer a CNAAA através do agendamento de visitas guiadas<sup>91</sup>; **(3)** a possibilidade de visitar a exposição permanente do Centro de Informações de

---

<sup>90</sup> Notícia no sítio da Eletronuclear. Disponível em:

<<http://www.eletronuclear.gov.br/Not%C3%ADcias/NoticiaDetalhes.aspx?NoticialD=1116>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

<sup>91</sup> Sítio da Eletronuclear. Disponível em:

<<http://www.eletronuclear.gov.br/aempresa/visiteacentralnuclear.aspx>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

Itaorna, que explica através de filmes e folhetos educativos como é gerada a energia elétrica a partir de reatores nucleares e os cuidados que são tomados com o meio ambiente e com as comunidades vizinhas à CNAAA e; **(4)** a possibilidade de visita aos Espaços Culturais Eletrobrás Eletronuclear em Angra dos Reis, Paraty e Lídice, que além de apresentarem exposições, apresentações e lançamentos que visam dar destaque aos artistas locais, tem a função de informar os moradores e visitantes sobre o funcionamento das usinas nucleares.

## **6 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS**

Neste capítulo serão objeto de discussão e análise os processos de aprendizagem organizacional, inovação e comunicação de risco e a sua relação com a dinâmica evolutiva do Plano de Emergência da CNAAA. Para tanto, serão correlacionados os conteúdos dos Capítulos 2, 3 e 4 desta pesquisa com as evidências identificadas durante a realização do estudo de caso.

Destaca-se como *locus* norteador para as observações desta pesquisa a população da Praia Vermelha, as atividades desenvolvidas nessa localidade com o intuito de fazer frente a uma eventual situação de emergência na CNAAA e a dinâmica sócio-participativa da população local, considerada importante para o estabelecimento do processo de comunicação de risco.

Assim sendo, este capítulo tem a pretensão de responder as principais perguntas motivadoras desta pesquisa, apresentadas na seção 1.1, e com isso alcançar os objetivos traçados na seção 1.2.

### **6.1 ALGUMAS DISCUSSÕES E REFLEXÕES SOBRE OS PROCESSOS**

São aqui apresentadas as discussões e argumentações que visam estabelecer a importância dos processos de aprendizagem e inovação, capitaneados pelas organizações participantes do sistema de preparação e resposta às situações de emergência na CNAAA, e a comunicação entre essas organizações e a população.

A possibilidade de interação entre organizações participantes do sistema de emergência da CNAAA e a população local, através do processo de comunicação de risco, deve ser vista, nesta pesquisa, como um componente que contribui para a retroalimentação dos processos de aprendizagem organizacional e de inovação.

A partir dessa percepção, a pesquisa buscou realizar reflexões e sistematizar a dinâmica evolutiva do sistema de preparação e resposta às situações de emergência na CNAAA, visando apresentar uma nova perspectiva para a elaboração e definição de estratégias, identificação de problemas e busca de soluções com foco nas três áreas temáticas consideradas.

#### **6.1.1 A Aprendizagem: Um Processo Contínuo e Necessário**

Durante a realização da pesquisa foi possível constatar que a preparação e resposta a situações de emergência nuclear estabelece um de seus fundamentos na necessidade de desenvolvimento de um processo contínuo de aprendizagem por parte das organizações

participantes. Tal aprendizagem é obtida a partir de processos distintos que algumas vezes se sobrepõem e se realimentam, sendo esses pré-requisitos para o surgimento de inovações (ROSEMBERG, 2006; COHEN; LEVINTHAL, 1990).

Seja no planejamento ou na resposta a uma emergência nuclear várias formas de aprendizagem estão presentes, com características distintas e métodos próprios de produção e acumulação de conhecimentos (LATOUR, 2000), sendo esses necessários para o aprimoramento gradual do conjunto de medidas planejadas para mitigação das consequências de acidentes em centrais nucleares.

No caso desta pesquisa, esses processos de aprendizagem são observados a partir das organizações participantes do planejamento e resposta às situações de emergência na CNAAA e suas relações com atores internos e externos (organizações internacionais e população).

Considera-se que essas organizações participantes do sistema de emergência da CNAAA tem o papel de acumuladores de habilidades e conhecimentos que contribuem para o aprimoramento contínuo das ações do Plano de Emergência. Esse conhecimento prévio, acumulado, aumenta a capacidade de incorporar novos conhecimentos na memória organizacional, processo que inclui a aquisição, a lembrança e o uso desse conhecimento (COHEN; LEVINTHAL, 1990).

Apesar desta pesquisa não tratar de aspectos econômicos relacionados especificamente com mudanças técnicas ou com a obtenção de vantagens competitivas no âmbito das organizações, esta seção pretende sistematizar e evidenciar a importância do processo de aprendizagem no contexto do planejamento e da resposta a situações de emergência em centrais nucleares traçando um paralelo com processos de aprendizagem considerados relevantes por alguns autores da literatura econômica (MAIDIQUE; ZIRGER, 1985; MALERBA, 1992; MALERBA; TORRISI, 1992; TIGRE, 2006; QUEIROZ, 2006), sendo esses processos: o aprender fazendo (ARROW, 1962), o aprender usando (ROSEMBERG, 2006), o aprender interagindo (LUNDVALL, 1985); o aprender adaptando (KATZ, 1972) e o aprender falhando (MAIDIQUE; ZIRGER, 1985).

#### 6.1.1.1 O Aprender Fazendo e o Aprender Usando

Apesar desta tese não tratar a aprendizagem associada a aspectos da produção industrial, foi considerado oportuno transpor os conceitos sobre o aprender fazendo (ARROW, 1962) e o

aprender usando (ROSEMBERG, 2006) para analisar dois momentos do processo de aprendizagem no contexto da dinâmica de preparação e resposta a situações de emergência.

O **primeiro momento** diz respeito à preparação para às situações de emergência que envolvem, no caso da CNAAA, a participação de organizações com culturas e conhecimentos distintos, representadas, por exemplo, no colegiado do Comitê de Planejamento de Resposta a Situações de Emergência Nuclear no Município de Angra dos Reis (COPREN/AR).

Esse processo de aprendizagem contínuo que acontece durante a fase de preparação não considera a participação direta da população envolvida, em última análise, “beneficiária” final da existência do Plano de Emergência da CNAAA e, tampouco, das organizações empenhadas unicamente com a resposta à emergência, consideradas nesta pesquisa, por vezes, usuárias dos recursos previstos no Plano.

Por outro lado, é na dinâmica de aprendizagem que acontece junto às organizações representadas no comitê de planejamento para situações de emergência na CNAAA e que visa, especialmente, a construção e aprimoramento dos artefatos documentais do sistema de preparação e resposta para situações de emergência na CNAAA, representados por planos, normas, guias, procedimentos, entre outros, que esta pesquisa identifica similaridades com o aprender fazendo (ARROW, 1962).

Uma oportunidade para esse tipo de aprendizado surge principalmente a partir das reuniões de planejamento realizadas pelo COPRON e pelo COPREN/AR, através: **(1)** do compartilhamento de conhecimentos e experiências transmitidas pelos representantes das diversas organizações participantes, em suas respectivas áreas de conhecimento; **(2)** da realização de palestras com o objetivo de ampliar o conhecimento das organizações em algum tema em especial; e **(3)** durante as discussões de planejamento dos exercícios de emergência. Parte do ambiente de aprendizagem, proporcionado por essas reuniões, é observado no seguinte relato:

O fato do plano estar permanentemente em discussão no COPREN e no COPRON faz com que estejam sempre surgindo ideias novas, como você junta ali diversas instituições que tem perfis muito diferentes, modos de pensar diferentes, isso acaba sendo positivo porque você gera [...] oportunidades de inovação (Funcionário da Eletronuclear).

Para Arrow (1962, p. 157) cada nova máquina produzida e posta em uso é capaz de alterar o ambiente de produção, gerando continuamente novos estímulos. De forma similar, é possível verificar que a cada reunião de planejamento, a cada “produção” de uma nova versão dos planos de emergência, a cada novo roteiro elaborado para nortear a realização dos exercícios gerais e parciais de emergência, entre outros documentos similares, são oferecidos

novos estímulos para a aprendizagem nas organizações responsáveis pelo planejamento de emergência da CNAAA.

Essa dinâmica faz com que os conhecimentos e experiências acumulados (LATOURE, 2000) durante a realização dessas atividades contribuam para a apresentação subsequente de novas versões dos documentos usados para a resposta a uma eventual emergência na CNAAA, promovendo o aprimoramento do planejamento através dessa espécie de espiral evolutiva.

Então, nesse sentido, fazendo uma reflexão a partir de Queiroz (2006, p. 194), pode-se dizer que quanto maior for a “produção” das organizações, atuantes na fase de planejamento, no desenvolvimento desses artefatos documentais, maior será a experiência e os conhecimentos acumulados por seus representantes, atuantes em cada um dos colegiados existentes nessa fase.

No decorrer do processo de construção de tais artefatos documentais, algumas possibilidades de aprendizagem surgem através da realização de reuniões para planejamento das ações de emergência na CNAAA, momento que pode ser verificado a partir do relato de parte da dinâmica implementada durante as reuniões do CONPREN/AR.

Essas reuniões são [também] para planejar o exercício, ver o que pode ser melhorado, dar sugestões, discutir melhorias possíveis, ou não. Então, alguém pode propor uma melhoria que se discute lá e se vê que não é viável, ou não, essa é viável e podemos modificar (Inspetor da CNEN).

De fato, a dinâmica do aprender fazendo parece inerente à fase de preparação para emergência na CNAAA e, em parte, acontece de forma coletiva e contribui para a acumulação do conhecimento (LATOURE, 2000) no âmbito dos comitês de preparação para situações de emergência.

O acúmulo desse conhecimento e a sua tentativa de codificação em planos, normas e manuais de exercícios, entre outros, está relacionado tanto com uma maior capacidade absorptiva das organizações participantes, a qual facilitaria a incorporação de novos conhecimentos subsequentes e apresentação de ideias (COHEN; LEVINTHAL, 1990), como à trajetória histórica, institucionalmente estabelecida no decorrer do desenvolvimento do sistema de preparação e resposta à emergência na CNAAA, algo que apresenta similaridades com um processo de *path dependence* (DAVID, 2000; LEGEY, 1998; TIGRE, 2006).

Portanto, é preciso considerar que o atual sistema de preparação e resposta à emergência guarda fortes conexões com os de ontem e assim, conforme Tigre (2006, p.61), é preciso reconhecer que nenhum arranjo institucional nesse sistema poderá ser definido como “ótimo”, visto que esses são resultado de contingências culturais e políticas específicas.

A trajetória traçada no planejamento de emergência da CNAAA, em parte, é resultado do aprender fazendo, que, por vezes, se apresenta na forma de rotinas, reforçando “padrões de comportamento regulares e previsíveis”, segundo Nelson e Winter (2002, p.29), “genes” das organizações.

Apesar de necessário, esse comportamento rotineiro pode apresentar um lado negativo, pois, conforme Schoemaker e Marais (1996, p.183), ao contribuírem para obtenção de desempenho confiável, a maioria das organizações acaba por adotar regras, procedimentos, estruturas e princípios de eficiência, que embora compreensíveis, enfatizam a organização enquanto executora, o que geralmente ocorre em detrimento de uma organização voltada para a aprendizagem.

É preciso buscar na preparação para emergência na CNAAA um ponto de equilíbrio entre a necessidade de especialização do conhecimento, em parte, resultado dos processos de repetição, e a busca por novas possibilidades de experimentação, pois assim, ao longo do tempo, as tarefas serão efetuadas de forma mais rápida e melhor, e as novas oportunidades poderão ser efetivamente experimentadas (CORIAT e WEINSTEIN apud TIGRE, 1998, p.99).

Cabe aqui refletir sobre o fato dos exercícios gerais de emergência do Plano de Emergência da CNAAA serem planejados para acontecerem “rotineiramente” durante um mesmo período do ano, talvez de forma inconsciente ou por facilidades, conforme observado na seção 3.3. Essa prática acaba limitando os estímulos (ARROW, 1962) que poderiam promover maior produção e acumulação de conhecimentos, como consequência das dificuldades experimentadas pela inclusão de novas variáveis, por exemplo, climáticas e relacionadas ao aumento da população em função de períodos de férias e feriados.

Por outro lado, é importante reconhecer que existem esforços no sentido de elaborar novos cenários desafiadores que contribuem para construção de um plano de emergência “Ideal”, possibilitando a expansão das fronteiras do conhecimento existente dentro desse sistema.

Nesse sentido, uma possibilidade tem ganho forma a partir do desenvolvimento de exercícios gerais e parciais do Plano de Emergência da CNAAA com cenários hipotéticos construídos com foco em situações pós-acidente, contemplando a monitoração de áreas contaminadas e retorno de populações evacuadas. Esse novo tipo de cenário está previsto para ser experimentado no exercício parcial do Plano de Emergência da CNAAA de 2014, com previsão de ser também experimentado em campo no exercício geral de 2015.

As discussões realizadas durante o desenvolvimento desse tipo de proposta no âmbito do COPREN/AR contribuem com reflexões e busca por soluções para a superação de desafios que, conseqüentemente, promovem a expansão das fronteiras do conhecimento na preparação para as situações de emergência na CNAAA.

Portanto, conclui-se que as atividades e discussões, particularmente, dentro do COPREN/AR contribuem para um aprender fazendo que visa o avanço do processo de aprimoramento contínuo do Plano de Emergência da CNAAA. A partir dessa dinâmica surgem propostas, por exemplo, de novos cenários desafiadores para os exercícios de emergência, ou mesmo o convite para que novas organizações se incorporem a esses exercícios e, eventualmente, ao próprio sistema de preparação e resposta à emergência.

Porém, a confirmação e a consolidação da incorporação dessas novas organizações de forma efetiva no Plano de Emergência da CNAAA, talvez, aconteça somente após a experimentação da sua atuação em campo, durante os exercícios do Plano, possibilitando, assim, o início do processo de aprendizagem através do uso (ROSEMBERG, 2006).

O relato abaixo explicita no contexto da preparação e resposta à emergência na CNAAA a necessidade de experimentação na prática de certas situações, as quais tem potencial para contribuir para a geração de novos conhecimentos e sanar dúvidas a partir da aprendizagem pelo uso.

[...] o IBAMA e o INEA, para mim, são um nó ainda na minha cabeça, quais são os limites territoriais deles em uma emergência. Para mim, se eles fossem uma força-tarefa articulada, um representante bastaria [...]. Às vezes no campo da operação não seria tão interessante ter uma fatura tão grande de agentes que tem essas 'fronteiras mal divididas', mas no planejamento sim (Oficial "B" da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro).

As dúvidas decorrentes da inclusão de novas organizações no cenário da resposta à emergência serão provavelmente melhor dirimidas e esclarecidas a partir de experimentações em campo, as quais promovem um certo aprendizado pelo uso (ROSEMBERG, 2006).

Esse **segundo momento** de aprendizagem no sistema de emergência da CNAAA é estabelecido a partir do aprender usando, que surge durante a fase de execução do Plano de Emergência da CNAAA, em decorrência da utilização efetiva de planos, procedimentos e do emprego dos recursos previstos e disponibilizados, por exemplo, para a realização dos exercícios gerais do plano de emergência e das campanhas de esclarecimento junto à população.

Assim, até mesmo a entrada de uma nova organização no sistema de resposta à emergência nuclear que, eventualmente, ainda não tenha a sua atribuição completamente definida para o caso de uma emergência, mas que através da sua participação em exercícios

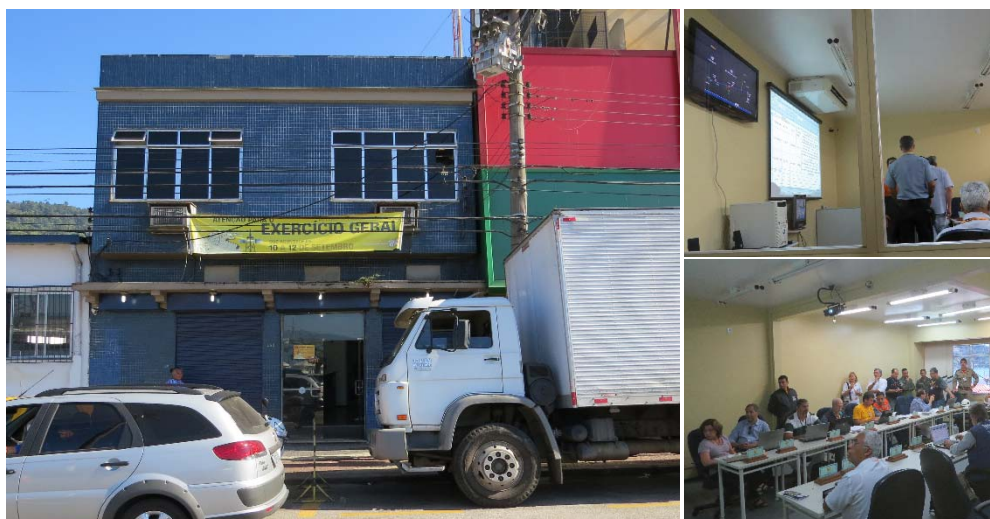
simulados pode ter o seu espaço de atuação melhor delimitado e compreendido pelas demais organizações participantes, promove um aprendizado que surge a partir da experimentação das competências dessa organização em campo e do uso dos seus recursos dentro do sistema de resposta à emergência na CNAAA.

De certa forma, a partir de Rosenberg (2006), esse aprendizado pelo uso pode produzir conhecimentos que são incorporados aos documentos de planejamento, produzindo novas versões, e outros não-incorporados que, por exemplo, resultariam de novas formas de usar recursos disponibilizados para a resposta à emergência.

O aprendizado pelo uso pode estar presente até mesmo na experimentação de novos espaços organizacionais, por exemplo, utilizados para a coordenação e controle das operações em campo, os quais precisam ser exercitados de forma a possibilitar a verificação da necessidade de adequações dos meios físicos e tecnológicos disponibilizados para as atividades de resposta a serem desempenhadas por seus usuários.

Um exemplo é a mudança de localização do Centro de Coordenação e Controle de Emergência Nuclear (CCEN), que a partir do exercício geral do Plano de Emergência de 2011 passou a operar no prédio onde anteriormente funcionava o Espaço Cultural Eletronuclear, no centro de Angra dos Reis<sup>92</sup>, conforme Figura 20.

**Figura 20:** Fotos Externa e Interna da nova localização do Centro de Coordenação e Controle de Emergência Nuclear – Exercício Geral de 2013



**Fonte:** Elaborada pelo Autor

---

<sup>92</sup> Notícia no Portal da CNEN. Disponível em: <<http://www.cnem.gov.br/noticias/lst-noticias-informe.asp?ano=2011&num=19>>. Acesso em: 27 jun. 2014

O relato abaixo comprova como uma “simples” mudança de ambiente pode contribuir para geração de conhecimento a partir do aprendizado decorrente da utilização de novas instalações para suporte às operações de resposta a uma emergência nuclear.

Um aprendizado [do exercício geral de 2013] foi, por exemplo, no CCCEN. Houve um acúmulo de muita gente na sala principal e o aprendizado é que já estão prevendo uma sala de situação e uma operacional [...]. Na sala principal tem que ficar somente o representante, que é o elo de ligação das instituições com o CCCEN e em outra sala ficarão os auxiliares [...]. Então, esse já foi um grande aprendizado (Funcionário “A” da Defesa Civil Municipal de Angra dos Reis).

De fato, foi percebido durante a participação nas reuniões do COPRON e do COPREN/AR, que o aprendizado resultante da mudança para o atual prédio do CCCEN, somado ao aumento do número de organizações participantes do sistema de resposta a situações de emergência na CNAAA, entre outras questões, tem fomentado discussões e levado a iniciativas no sentido de promover a construção de uma nova instalação específica para ser usada como Sede do CCCEN, a qual poderá inclusive comportar a adoção de uma nova metodologia de operação e interação entre as organizações do sistema de resposta.

Um outro exemplo de aprendizagem pelo uso é ilustrado no contexto da Praia Vermelha, a partir da observação do Exercício Geral do Plano de Emergência da CNAAA, realizado em 2013. Esse exercício apresentou um cenário hipotético que considerava a necessidade de manter a população da Praia Vermelha abrigada em função da presença de condições meteorológicas extremas que impossibilitariam a sua evacuação imediata, no caso de uma emergência geral na CNAAA, conforme trecho abaixo extraído do Manual do Exercício Geral de Resposta à Emergência Nuclear - Angra 2013.

Às 14h00m, ao soar no sistema de Alerta e Alarme por Sirenes a ordem de evacuação da população da ZPE-5 lado Oeste, os moradores da Praia Vermelha ficam impedidos de sair da região por queda de barreira na rodovia BR 101. As equipes de saúde são levadas por embarcações da Marinha do Brasil até a Praia Vermelha, objetivando administração de iodeto de potássio à população. Após o desembarque das equipes de saúde, as embarcações perdem a condição de manter a abrigagem na região, devido às condições de maré aliadas a tempestade. A população é orientada a abrigar-se em um hotel que existe na localidade (COPREN/AR, 2013).

A abrigagem da população, no contexto do planejamento de emergência nuclear, demanda a criação de condições para que a população permaneça dentro de prédios, por exemplo vedando portas e janelas, de forma a reduzir a sua exposição à radiação ionizante emitida pelo deslocamento de eventual pluma radioativa produzida em decorrência do acidente nuclear.

Em função da abrigagem ser uma ação que demanda menor tempo para implementação se comparada com a evacuação, ela é também considerada uma medida intermediária de proteção (CNEN, 1993).

O cenário do exercício geral de 2013, então, possibilitou que, conforme a Figura 21, técnicos da Defesa Civil Municipal de Angra dos Reis atuassem em campo, orientando e demonstrando a população da Praia Vermelha a técnica que poderia ser empregada para a vedação de residências, caso seja orientada a abrigagem da população local.

**Figura 21:** Abrigagem - Demonstração do Procedimento para Vedação de Residências



Fonte: Elaborada pelo Autor. Foto tirada durante o Exercício Geral do Plano de Emergência da CNAAA em 2013.

Porém, mais do que orientar a população, esses técnicos puderam fazer uso de procedimentos e técnicas em campo, mantendo contato direto com a população, sanando dúvidas, experimentando e identificando eventuais dificuldades e, conseqüentemente, entrando em contato com situações de aprendizado e produção de novos conhecimentos.

Apesar de por vezes existir apenas uma linha tênue que separaria o aprender fazendo do aprender usando dentro do sistema de preparação e resposta a uma emergência nuclear na CNAAA, pode-se dizer que a fase de planejamento original, na qual são discutidas a adoção de novas ações e recursos e a elaboração de planos, normas e procedimentos caracterizaria o momento do aprender fazendo. Por outro lado, a execução do Plano de Emergência da CNAAA em situações reais ou simuladas, assim, incluindo, por exemplo, os exercícios gerais e parciais do Plano de Emergência e a execução de planos de comunicação junto à população, promoveria a aquisição de conhecimentos a partir de uma experimentação prática, resultando na aprendizagem pelo uso que promove a aquisição de conhecimentos que podem ser incorporados

em artefatos documentais ou, por outro lado, apenas consistir em mudanças no modo de usar que resultariam em conhecimentos não-incorporados (ROSEMBERG, 2006).

#### 6.1.1.2 O Aprender Interagindo: Cooperação com Organizações e com a População

Se por um lado os conceitos de aprendizagem apresentados por Arrow (1962) e Rosemberg (2006) foram cunhados a partir da observação das atividades de produção, consideradas internas às organizações, Lundvall (1988) propõe inicialmente um conceito de aprendizagem que tem sua origem na interação entre as organizações produtoras e seus fornecedores e usuários durante o processo de desenvolvimento de produtos inovadores, e também com outras organizações atuantes no mesmo setor.

A partir da perspectiva de aprendizagem apresentada por Lundvall (1988) e, posteriormente, por Lundvall e Johnson (1994), foi estabelecido, então, neste estudo, um norte para as reflexões sobre a dinâmica da aprendizagem interativa que surge da necessidade de aprimoramento das ações do sistema de preparação e resposta às situações de emergência na CNAAA, as quais, nesse sentido, envolvem organizações de outros países que realizam atividades de preparação e resposta a emergências nucleares dentro dos seus territórios nacionais, organizações internacionais e a população diretamente envolvida.

É possível imaginar que nos primórdios da construção do sistema de preparação e resposta à emergência nuclear no País, na década de 1980, deveria ser bastante frequente, entre os agentes diretamente envolvidos, o surgimento de questões relacionadas ao *know-how* (LUNDVALL, 1996, 2003) necessário para a elaboração e desenvolvimento do Plano de Emergência para CNAAA, sem a existência de experiências nacionais anteriores que pudessem nortear essa atividade complexa, a qual envolve aspectos de ordem técnica, política, social e econômica.

A trajetória institucional (TIGRE, 2006, p.61) desenvolvida para resolver essa questão passa, em parte, pelo estabelecimento de laços de cooperação interorganizacionais, caracterizados por momentos e situações de aprendizado interativo (LUNDVALL; JOHNSON, 1994), que proporcionaram e continuam proporcionando a ampliação do conhecimento e da própria capacidade absorptiva do sistema (COHEN; LEVINTHAL, 1990).

A dinâmica da aprendizagem interativa, interorganizacional, no contexto do sistema de preparação e resposta a emergência na CNAAA, foi dividida a partir do estabelecimento das relações de cooperação com: **(1)** organizações que exercem papéis semelhantes na preparação

e resposta a emergências em outros países e (2) organizações internacionais que promovem cooperação para o desenvolvimento da área nuclear no mundo.

No primeiro caso, foi observado que as oportunidades de aprendizado interativo acontecem, fundamentalmente, através de: (1) observação de exercícios nacionais do plano de emergência, como o realizado na Central Nuclear de Trillo, em Madrid, Espanha, no dia 23 de junho de 2005, que contou com a participação de um assessor do SIPRON e (2) visitas técnicas para conhecimento e troca de experiências sobre a preparação e resposta à emergência, como a realizada em 2012 por representante da CNEN, visando a aquisição de conhecimento sobre o sistema de prevenção e alerta contra desastres no Japão e a recuperação das áreas afetadas pelo terremoto e *tsunami* de março de 2011.

Ao refletir sobre organizações internacionais, tais como a Agência Internacional de Energia Atômica e o seu papel na geração de conhecimentos para o sistema de preparação e resposta às situações de emergência nucleares, através da aprendizagem interativa, observa-se que os principais instrumentos para a promoção dessa forma de aprendizado estão relacionados a: (1) reuniões técnicas com a participação de especialistas de vários países, sendo um exemplo dessa atividade a Reunião de Peritos Internacionais sobre Fatores Humanos e Organizacionais em Segurança Nuclear à Luz do Acidente na Usina Nuclear Fukushima Daiichi, realizada em Viena, Áustria, de 21 a 24 de maio de 2013; (2) congressos, seminários e workshops; (3) cursos de capacitação regionais, com foco na preparação e resposta a emergências nucleares; e (4) avaliações de cunho não regulatório do sistema de preparação e resposta à emergência dos países membros por equipes de especialistas compostas por integrantes de diversos países, possibilitando a aquisição de conhecimento com base em experiências internacionais, sendo, por exemplo, o caso das atividades realizadas no âmbito do Programa *Operational Safety Review Team* (OSART) da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA).

As missões do OSART, realizadas a pedido dos estados membros da AIEA, têm foco em oito áreas, dentre as quais consta a preparação para emergências, principalmente, dentro da Central. A realização desse tipo de missão cria oportunidades bastante relevantes no que se refere à aprendizagem pela interação.

O trabalho dos especialistas do OSART e sua contraparte local é fundamentalmente a comparação de práticas operacionais locais com as melhores práticas internacionalmente reconhecidas, de forma a contribuir para a melhoria da segurança operacional das centrais nucleares no mundo (IAEA, 2002).

Para isso, o OSART faz uso de documentação de referência, produzida a partir de cooperação entre os estados-membros da AIEA, tais como os *Nuclear Safety Standards* (NUSS) e os *Basic Safety Standards for Radiation Protection*, além da experiência adquirida e do conhecimento acumulado por seus especialistas (IAEA, 2002a).

No decorrer desta pesquisa foi possível verificar, através da leitura de relatórios das missões OSART realizadas em Angra I e Angra II, que essas missões se desenvolvem em dois eixos centrais, sob a perspectiva da aquisição e ampliação dos estoques de conhecimento. Um **primeiro** voltado para a comparação e confirmação de que as práticas locais estão alinhadas às recomendações internacionalmente aceitas e um **segundo** que valoriza a identificação de boas práticas locais que contribuem para a expansão da experiência e dos conhecimentos no âmbito da AIEA.

De certa forma, a realização das missões OSART, do ponto de vista do sistema de emergência local, contribuem para o aproveitamento de conhecimentos existentes e, sob a perspectiva da AIEA, possuem caráter prospectivo sobre as melhores práticas na área de preparação e resposta às situações de emergência em usinas nucleares (MARCH, 1991) que, quando identificadas, têm a capacidade de retroalimentar a dinâmica de cooperação através, por exemplo, do aprimoramento da documentação de referência existente.

Por outro lado, refletindo sobre a participação da população no processo de aprendizagem interativa, é preciso considerar que um eventual distanciamento entre as organizações participantes do sistema de preparação e resposta à emergência e a população, tendo como consequência o estabelecimento de interações fracas, pode resultar em frustração de expectativas em relação à concepção de soluções a serem apresentadas para fazer frente a um determinado problema, considerando que as características técnicas poderiam acabar sendo excessivamente valorizadas, em detrimento de aspectos operacionais (LEGEY, 1998).

Tem-se como exemplo a adoção de embarcação da Marinha como alternativa para evacuação da população da Praia Vermelha, caso seja verificada a impossibilidade de sua retirada por via terrestre, conforme apresentado nos exercícios gerais de 2011 e 2013, que parece ter sido muito bem aceita pelos moradores daquela localidade, conforme apresentado na seção 6.1.3.

Apesar disso, durante a aplicação de questionário naquela localidade, ao menos uma moradora, explicitou preocupação sobre dificuldades para o deslocamento de moradores idosos e com dificuldades de locomoção até a embarcação, visto que para ir ao local da praia previsto

para a abicagem dessa embarcação o morador deverá descer uma rampa com um declive bastante acentuado.

O relato dessa moradora levou à reflexão de que apesar da solução apresentada para evacuação marítima dos moradores da Praia Vermelha, em um primeiro momento através de abicagem de embarcação da Marinha na praia e, posteriormente, através de cais previsto para ser construído nessa localidade, estar aparentemente alinhadas positivamente ao pensamento dos moradores, essa solução talvez precise ser aprimorada no sentido da realização de pequenos ajustes, ou inovações, de forma a considerar algumas características dos habitantes do local.

Tais ajustes poderiam surgir em decorrência de um processo de aprendizagem interativo entre as organizações participantes do sistema de preparação para emergência na CNAAA e a população local, permitindo que a solução apresentada fosse aprimorada de forma pontual e gradativa com a participação direta dos seus usuários finais.

O relato de um membro da Associação de Moradores da Praia Vermelha mostra que a própria construção do cais, prevista para essa localidade, parece não estar sendo objeto de um processo interativo, consequência da cooperação e busca por soluções desenvolvidas de forma conjunta entre as partes envolvidas, organizações e população.

Tem um cais previsto. Pelo que a gente vê, já mediram já fizeram uma série de pesquisas, mas está parado. Não falaram mais nada, ficou parado. Esse cais também é outra coisa boa que ia acontecer para dar um finalmente nesse negócio do Plano de Emergência (Membro da Associação de Moradores da Praia Vermelha).

Assim, todo o processo de construção dessa solução inovadora para evacuação marítima da população da Praia Vermelha, considerando tanto a abicagem da embarcação da Marinha como a construção definitiva do cais, poderia ser realizado de forma a promover uma maior aproximação entre as organizações, produtoras de soluções, e a população, sua usuária final.

A construção conjunta de soluções com foco em uma eventual emergência na CNAAA, além de ter potencial para o reforço das relações de confiança (ROPEIK, 2008) entre as organizações e a população, permitiria, também, por um lado, que as organizações antecipassem a identificação de algumas dificuldades de implementação e, por outro, que a população se beneficiasse da proximidade com as organizações envolvidas, obtendo conhecimentos mais aprofundados e usufruindo da possibilidade de ter acesso a soluções cada vez mais adequadas às suas necessidades (LEGEY, 1998).

Por fim, é preciso considerar que existe uma parte significativa do conhecimento atualmente acumulado no sistema de preparação para situações de emergência na CNAAA que é resultado de um aprendizado que decorre de interações com outras organizações, em maior parte, e com a população, em menor intensidade.

Ao considerar a importância do aprendizado interativo, percebe-se a necessidade de dedicar esforço no aprimoramento de mecanismos de *feedback* entre as instâncias envolvidas, proporcionando maior interação e condições para que, ao se fazer ou dizer algo, seja facilitado o recebimento de informações sobre o que a população pensa em relação à uma determinada ação (LUNDVALL; JOHNSON, 1994) e, dessa forma, promover avanços na criação de ambientes propícios para a geração e compartilhamento de conhecimentos e o desenvolvimento de soluções socialmente construídas.

#### 6.1.1.3 O Aprender Adaptando: Entre Novas e Velhas Competências

A aprendizagem adaptativa no âmbito da dinâmica evolutiva do Plano de Emergência da Central Nuclear Brasileira está presente a partir de duas perspectivas complementares (MARCH, 1991), uma voltada para o **aproveitamento** das experiências internacionais (KATZ, 1972) na área de preparação e resposta a situações de emergência em centrais nucleares e outra com foco na **prospecção** de soluções inovadoras moldadas de acordo com a própria trajetória evolutiva do Plano (TIGRE, 2006), constituída por arranjos institucionais que consideram contingências culturais e políticas, características das organizações participantes, população afetada, condições geográficas e meteorológicas específicas, entre outras.

Encontrar um equilíbrio adequado entre aproveitamento de experiências passadas e a prospecção de soluções inovadoras é algo desejável e, sendo assim, tanto o processo de escolha e de adoção de formas, rotinas e práticas como a geração de novas alternativas são consideradas essenciais para as organizações (MARCH, 1991).

A **primeira perspectiva** da aprendizagem adaptativa trabalhada nesta pesquisa considera que essa prática guarda algumas similaridades com a demanda por conhecimentos técnico-científico internacionais (KATZ, 1972) na área de preparação e resposta às situações de emergência nuclear, obtidos a partir de organizações internacionais e de outros países que detêm maior experiência e conhecimento acumulados, em função de terem programas nucleares mais antigos, possuírem uma maior quantidade de usinas nucleares e/ou terem sofrido com

consequências de acidentes, a partir dos quais são realizadas “adaptações” e/ou melhorias em planos, normas, e procedimentos no contexto do planejamento de emergência da CNAEA.

Um exemplo dessa perspectiva da aprendizagem adaptativa, foi obtido a partir das considerações de ALMEIDA (2005), ao destacar que a regulamentação da segurança nuclear no Brasil foi influenciada pelo fato da primeira usina nuclear brasileira para geração de energia elétrica ter sido comprada dos Estados Unidos.

Para esse autor, a complexidade do processo de licenciamento dessa usina demandava que regras fossem bem estabelecidas desde o início, em função disso, em 1972 a CNEN estabeleceu regra<sup>93</sup> para o licenciamento de reatores nucleares de potência tendo como base o modelo americano (ALMEIDA, 2005, p.155).

A influência da experiência americana contribuiu para que na normativa nacional para o licenciamento de reatores de potência estivessem presentes alguns dos elementos que foram incorporados ao Plano de Emergência da CNAEA, tais como: a necessidade de definir autoridades, responsabilidades, tarefas específicas e meios de comunicação em caso de emergência; meios para determinar a magnitude de liberações anormais de materiais radioativos; medidas a tomar em caso de acidentes dentro ou fora dos limites do local, para proteger a saúde e a segurança e evitar danos às propriedades; dentre outros.

Outros exemplos de aprendizagem a partir do aproveitamento e adaptação de experiências passadas, foram obtidos a partir do acidente nuclear de Fukushima.

A Eletronuclear<sup>94</sup> logo após o acidente de Fukushima criou um grupo de trabalho para acompanhar, coletar e analisar informações sobre a evolução dos acontecimentos nas usinas japonesas. As avaliações do acidente por esse grupo, somadas a outras medidas que já vinham sendo estudadas para aumentar a segurança da Central Nuclear Brasileira, deram origem ao Plano de Resposta à Fukushima.

Esse plano apresenta cerca de sessenta iniciativas de estudos e projetos a serem desenvolvidos por essa empresa no período de 2011 a 2015 para reavaliação da segurança da

---

<sup>93</sup> Resolução CNEN/CD nº 06, de 18 de fevereiro de 1972. Disponível em: <[http://memoria.cnen.gov.br/Doc/pdf/Legislacao/RS\\_CNENCD\\_06\\_1972.pdf](http://memoria.cnen.gov.br/Doc/pdf/Legislacao/RS_CNENCD_06_1972.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2014.

<sup>94</sup> Notícia: Relatório Pós-Fukushima: Eletrobrás Eletronuclear planeja investir R\$ 300 milhões em programa de melhoria contínua das usinas de Angra. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/Not%C3%ADcias/NoticiaDetalhes.aspx?NoticiaID=398>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

CNAAA, tendo como base principal as lições aprendidas com o acidente ocorrido na Central Nuclear de Fukushima Daiichi<sup>95</sup>.

Pode-se considerar que parte das ações previstas nesse Plano são resultado de avaliações e adaptações da experiência do acidente de Fukushima, que teve como fator iniciador condições severas associadas à ocorrência de um terremoto de grande magnitude seguido de *tsunami*, para o contexto técnico, social, geológico e climático no qual está inserida a Central Nuclear Brasileira e o seu Plano de Emergência.

O Plano de Resposta à Fukushima abrange iniciativas, tais como<sup>96</sup>: avaliação do impacto sobre a Central em caso de ruptura total das encostas no seu entorno; reavaliação de alturas máximas de ondas junto à Central; a revisão do estudo de inundação da Central, considerando condições mais severas; reavaliação das barreiras contra inundação em salas com equipamentos de segurança; avaliação de impacto de tornado sobre sistemas, estruturas e componentes de segurança; reavaliação da ameaça de furacões; estudo de condições para resuprimento de óleo diesel para a Central em condições de eventos extremos; ampliação de atracadouros para movimentação de pessoal e material em situações de emergência, implantação de trilhas como alternativas para o deslocamento de pessoas nas ZPEs em caso de obstrução da estrada (BR-101); dentre outras.

O acidente de Fukushima também tem inspirado, a partir de uma visão evolutiva do Plano de Emergência da CNAAA, uma **segunda perspectiva**, da aprendizagem adaptativa, relacionada à necessidade de experimentação prática e busca por variações nos exercícios do Plano de Emergência da CNAAA através da apresentação de cenários mais complexos e inovadores.

Como exemplo, destaca-se o fato de estar sendo considerada a realização de exercício parcial e geral do Plano de Emergência da CNAAA, em 2014 e 2015, com base em um cenário

---

<sup>95</sup> Sítio da Eletronuclear. Disponível em:

<<http://www.eletronuclear.gov.br/Not%C3%ADcias/NoticiaDetalhes.aspx?NoticialD=565>>. Acesso em: 20 maio 2014.

<sup>96</sup> Apresentação realizada por Paulo Werneck, Eletronuclear, sobre o Plano de Resposta à Fukushima.

Disponível em:

<<http://www.sbpr.org.br/IRPA2013/programacaoirpa2013/IRPA2013/GAVEAA/Dia17/0930PauloWerneckG%C3%A1veaADia17.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

que considera o desenvolvimento de ações inovadoras na fase intermediária (CNEN, 1993, p.7) de um eventual acidente na Central, conforme pode ser observado no seguinte relato:

Fukushima acelerou outros processos. O processo do estudo dos acidentes além da base de projeto, com a possibilidade real da liberação da pluma radioativa e vai culminar com um exercício que a gente vai realizar este ano [2014], que é um exercício em que houve a liberação. Ele começa na liberação, o exercício não tem mais nada de cenário de usina propriamente dito. Então, na liberação nós vamos ter áreas contaminadas, áreas a serem monitoradas, vigiadas, pluma radioativa entrando na cadeia trófica, como nós vamos monitorar o leite, o gado, o pescado. Isso é uma fase que nós vamos desafiar em um exercício de mesa [...]. No ano que vem [2015] nós vamos desafiar isso no campo (Oficial “B” da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro).

Esse novo cenário para realização dos exercícios de emergência da CNAEA ainda não havia sido proposto em exercícios anteriores, sendo nesses termos considerado inovador e resultado, em parte, da necessidade das organizações, a partir de adaptações, experimentarem e aprenderem a partir de fatos e práticas similares às observadas durante o acidente de Fukushima.

O processo de aprendizagem adaptativa também comporta a própria reorganização do sistema de preparação e resposta às situações de emergência na Central, a qual em parte se afasta do aproveitamento de experiências internacionais por estar, neste caso, relacionada com práticas, características e culturas organizacionais locais.

Esta percepção é ilustrada a partir da análise da quinta revisão do PEE/RJ, em 2013, em que algumas das ações terrestres previstas nesse Plano passaram a ser executadas pelo Exército e pela Marinha a partir de um modelo que, considerando a posição geográfica da Central, divide entre essas duas forças as Zonas de Planejamento de Emergência em lado oeste e lado leste, atribuindo esses setores a cada uma dessas, respectivamente.

A percepção dos benefícios advindos da redistribuição de responsabilidades é verificada a partir do relato de um oficial do Centro de Coordenação e Controle de Emergência Nuclear, ao salientar que:

[...] a Marinha se encarregou do lado oeste, que é o lado depois da Usina, que tem a Praia Vermelha [...]. Ela dividiu com o Exército. Isso é bom. Porque era uma outra coisa, a gente treinava muito para leste, a gente treinava tudo, mas a ênfase era o Frade por causa da população que é maior (Oficial “A” da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro).

Essa adequação organizacional no planejamento de emergência é também explicitada no Plano de Emergência Complementar da Marinha (BRASIL, 2013a), o qual ilustra a possibilidade de existência de processos de aprendizagem adaptativo que difere do discutido por Katz (1972), visto que, nesse caso, surge da necessidade de explorar (MARCH, 1991) a

disponibilidade de recursos operacionais para, por exemplo, facilitar a coordenação da remoção marítima e a implantação de hospitais de campanha em ambos os lados da Central, por cada uma dessas forças.

No Exercício Geral de Resposta à Emergência Nuclear, realizado no ano de 2011, foram incrementadas novas ações, em decorrência do acidente registrado em FUKUSHIMA, no Japão. [...] a alteração deste Plano em face das novas ações incrementadas e contidas no relatório final de Avaliação do Exercício, que apontou como aspectos a melhorar a divisão leste/oeste da porção terrestre da área de operações, tendo como, referência a linha imaginária norte/sul balizada pela usina Angra I. O incremento dessa nova ação foi alvo de deliberação na reunião de trabalho da Comissão de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (COPRON), em função da hipótese de interdição da estrada Rio-Santos (Rod. BR-101), da imprevisibilidade das condições meteorológicas e do sucesso da remoção marítima nas praias VERMELHA e do LABORATÓRIO ocorrido durante o Exercício Geral supracitado. Vislumbrou-se a necessidade de adaptação deste Plano de Emergência [...] (BRASIL, 2013a).

Esse processo de adaptação das ações executadas pelas Forças Armadas pode promover a acumulação de conhecimentos específicos, relacionadas com a especialização operacional, no que se refere a aspectos e dificuldades sociais e geográficas das suas respectivas áreas de atuação.

#### 6.1.1.4 O Aprender Falhando: Um Avanço na Cultura Organizacional

No setor de geração termonuclear de energia elétrica, a investigação de acidentes em centrais nucleares é a forma mais tradicional de se aprender e adquirir novos conhecimentos a partir da identificação e análise das falhas ocorridas no período anterior e posterior a um acidente, constituindo-se em importante fonte de informação sobre lições a serem apreendidas, inclusive na área de preparação e resposta às situações de emergência.

Os executivos e órgãos reguladores, conforme Cannon e Edmondson (2005), diante de grandes acidentes reconhecem a necessidade de entender e aprender através das consequências desse tipo de evento e, para isso, estabelecem forças-tarefa ou comitês de investigação para descobrir causas e aprender lições.

Após a ocorrência de um acidente em uma central nuclear são realizadas investigações com o intuito de verificar suas causas e consequências, podendo inclusive contar com a colaboração da comunidade internacional. Esse comportamento apresenta similaridades com as meticulosas investigações realizadas no setor aeronáutico, que, segundo Cannon e Edmondson (2005), dedica centenas de horas a coleta e análise de dados para a compreensão dos motivos

que levaram à queda de uma determinada aeronave e verificação sobre o que pode ser aprendido.

Tais investigações produzem uma gama considerável de informações e conhecimentos que são compartilhados entre os países, promovendo o aumento das suas respectivas capacidades absorptivas (COHEN; LEVINTHAL, 1990) através de treinamentos, workshops e conferências internacionais, tais como as promovidas pela AIEA em decorrência de passados 5, 10, 15 e 25 anos do acidente de Chernobyl, além de reuniões técnicas, as quais, em parte, são codificadas na forma de documentação de referência, como o IAEA-TECDOC-294, intitulado *International Experience in The Implementation of The Lessons Learned from the Three Mile Island Incident*, que apresenta a experiência de quatro países na implementação do aprendizado obtido a partir do acidente de *Three Mile Island*, inclusive a experiência do Brasil.

Esse documento relata, por exemplo, a decisão de estruturar o planejamento de emergência da Central Nuclear Brasileira considerando a existência de dois planos principais, um prevendo ações locais dentro dos limites geográficos da Central (Plano de Emergência Local) e outro externo (Plano de Emergência Externo), que consideraria a atuação de órgãos como Defesa Civil, Exército, Marinha, Aeronáutica, Ministério dos Transportes, entre outros.

As experiências adquiridas no âmbito dos países onde aconteceram acidentes em centrais nucleares são, também, incorporadas, codificadas e compartilhadas na forma de relatórios técnicos e de normativas nacionais que contribuem para a ampliação dos estoques de conhecimento dentro dos sistemas de planejamento de emergência dos demais países.

O relatório da Missão OSART (IAEA, 2002a, p.73) realizada em Angra 2, em 2002, considerando o planejamento de emergência dentro dos limites geográficos da Central, destaca que o Plano de Emergência da CNAAA foi estruturado observando práticas internacionais e está, em parte, baseado na NUREG-0654/FEMA<sup>97</sup>, documento elaborado pela comissão responsável pela regulação nuclear nos Estados Unidos (USNRC) e pela agência federal americana responsável pelo gerenciamento de emergências (FEMA), que incorpora algumas

---

<sup>97</sup> USNRC. *Criteria For Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants*. Disponível em: <<http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/staff/sr0654/>>. Acesso em: 17 out. 2014.

lições aprendidas do acidente de *Three Mile Island*, ocorrido cerca de um ano e meio antes da publicação, conforme seção 2.5.4.

A atual filosofia do PEL foi adaptada, aos requisitos estabelecidos pelo NUREG-0654-Rev.1: "*Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants*". A aplicação desses critérios, estabelecidos em função dos resultados das análises do acidente ocorrido em *Three Mile Island*, resultou em modificações conceituais e estruturais dos Planos de Emergência de Centrais Nucleares (ELETRONUCLEAR, 2013).

A adoção dessa filosofia de planejamento de emergência inovou ao considerar a possibilidade de ocorrência de acidentes envolvendo a fusão do núcleo do reator, com perda da integridade da contenção, tornando-se então mandatória uma abordagem com foco na antecipação, possibilitando que desvios da normalidade pudessem ser detectados em suas fases preliminares e corrigidos imediatamente (ELETRONUCLEAR, 2013).

A experiência americana contribuiu também para incorporar ao Plano o conceito de Zonas de Planejamento de Emergência<sup>98</sup>, a definição das classes de emergência, a necessidade do detalhamento dos exercícios e sua periodicidade, a importância da realização de campanhas de esclarecimento ao público e a necessidade de definir as responsabilidades pelo desenvolvimento e revisões do Plano de Emergência, entre outros.

Na área de comunicação, Sandman (2006) aponta sete ensinamentos que podem ser aprendidos a partir das falhas do acidente de *Three Mile Island* (TMI):

(1) a comunicação é importante. Em TMI ainda não existia o conceito de comunicação de crise;

(2) é melhor errar por excesso. As informações iniciais devem ser cautelosas para que posteriormente se tenha chance de dizer que a situação não era tão ruim como parecia. A Metropolitan Edison (MetEd), empresa que gerenciou o acidente de *Three Mile Island*, conforme ressalta Sandman (2006), precisou realizar vários relatos informando o agravamento da situação, levando à perda de sua credibilidade;

(3) Não se pode mentir ou dizer “meias” verdades. Durante a crise na usina americana, quando uma série de coisas estavam falhando, inclusive o sistema de resfriamento de emergência, a MetEd emitiu um comunicado para a imprensa informando que a Usina estava bem, resfriando tal como previsto no projeto;

---

<sup>98</sup> Conceito publicado no Registro Federal Americano em 23 de Outubro de 1979.

(4) É preciso considerar que a mídia possa ter uma postura excessivamente tranquilizadora. Segundo Sandman (2006), em circunstâncias normais, os jornalistas tendem a dramatizar as notícias sempre que possível, mas em TMI esses tentaram manter a calma da população e adotaram uma postura, excessivamente, tranquilizadora;

(5) é preciso simplificar a informação, explicações simples para fenômenos complexos são essenciais na comunicação da crise, o público tem menos tolerância às complexidades quando está preocupado;

(6) Não ignore a indignação das pessoas. Em TMI existia um sentimento crescente de que a comissão regulatória americana não estava contando tudo o que sabia; e

(7) É preciso falar. TMI mostrou que nesse tipo de situação de crise é preciso ter especialistas estabelecendo a ligação entre a gestão da crise e as pessoas responsáveis por explicá-la.

O acidente nuclear de Fukushima, conforme apresentado na seção 2.5.4, também tem apontado, de forma preliminar, lições a serem apreendidas com falhas, conforme análises realizadas pós-acidente (NAIIC, 2012).

O relatório oficial da comissão de investigação do acidente de Fukushima, por exemplo, observa que muito foi apreendido com o acidente de Chernobyl sobre exposição à radiação em baixas doses, incluindo o risco de câncer de tireoide em crianças. Mas, apesar de serem totalmente conhecidos os efeitos positivos do iodo estável e o momento adequado para sua administração, o centro de resposta à emergência nuclear do Governo Japonês e as autoridades locais parecem ter falhado no momento de dar as instruções adequadas ao público (NAIIC, 2012, p.39), fato que pode sinalizar a necessidade do fortalecimento de algumas partes e características das organizações envolvidas, como forma de evitar a ocorrência do mesmo padrão de falhas no futuro (MAIDIQUE; ZIRGER, 1985).

Considerando os três elementos-chave apresentados por Cannon e Edmondson (2005), para aprendizagem através de falhas, observa-se que a investigação de acidentes em centrais nucleares contribui para os dois primeiros elementos, **identificação** e **análise**, mas não comporta o terceiro, a **experimentação deliberada**.

Faz-se, dessa forma, oportuna a reflexão sobre a possibilidade de realização de experimentações deliberadas no contexto da preparação e resposta às situações de emergência na CNAAA.

As principais formas de experimentação deliberada com intuito de produzir falhas, segundo Cannon e Edmondson (2005), acontecem fora do ambiente real, ou seja, nas experiências vivenciadas a partir de testes, simulações e outros tipos de situações práticas em que as falhas não sejam custosas, ou representem riscos.

Os exercícios gerais e parciais do Plano de Emergência da CNAAA, além de serem um território para aprendizagem pelo uso (ROSEMBERG, 2006), constituem-se também em um momento oportuno para a realização de experimentações com o propósito de promover a ocorrência de falhas e o consequente aprendizado a partir dessas.

O Exercício Geral do Plano de Emergência da CNAAA, realizado em 2013, parece demonstrar que existe disposição das organizações envolvidas com o planejamento de emergência da CNAAA em avançar nesse sentido.

A criação do cenário hipotético que exercitou medidas a serem tomadas em um determinado tipo de “falha”, no caso, a impossibilidade temporária (“falha”) de realizar a evacuação marítima da população da Praia Vermelha em decorrência de condições meteorológicas adversas, levando à necessidade de adoção alternativa do procedimento de abrigagem dessa população, parece, de alguma forma, dar um passo na direção da experimentação deliberada.

Apesar de considerar importante a adoção desse tipo de inovação no Plano e a aprendizagem por ela proporcionada, talvez exista espaço para a realização de um segundo passo mais ousado, que pode até já estar sendo iniciado. Esse passo seria uma inovação, sustentada por tecnologias de informação e comunicação, que possibilitaria o desenvolvimento de cenários dinâmicos para os exercícios gerais de emergência na CNAAA.

Através da elaboração e armazenamento de vários fragmentos de cenários possíveis, um sistema informatizado poderia montá-los de forma dinâmica durante a realização dos exercícios parciais e gerais, considerando alguns parâmetros pré-estabelecidos. O encadeamento dos fragmentos de cenários poderia ser realizado a partir das tomadas de decisões anteriores, algo que tornaria os exercícios ainda mais complexos e provavelmente aumentaria as possibilidades de falhas nas ações de coordenação e operacionais.

Essa e outras formas de experimentação deliberada poderiam ser incorporadas ao planejamento de emergência, de forma a evitar alguns efeitos negativos do sucesso, relacionados, por exemplo, com a dificuldade que indivíduos e organizações têm para buscar

novos caminhos ou realizar adaptações necessárias enquanto o atual caminho tem relativo sucesso, permanecendo apegado a “fórmula” vigente (SITKIN, 1996).

#### 6.1.1.5 Um Resumo das Conclusões sobre o Processo de Aprendizado

A partir da sistematização das várias modalidades de aprendizagem, considerando os momentos e formas como essas acontecem na preparação e resposta à emergência na CNAAA, algumas de suas fontes internas e externas de informação, conforme seções anteriores, foi possível evidenciar e contribuir para uma maior clareza nas percepções sobre a importância do processo de aprendizagem para esse sistema.

Como forma de tornar ainda mais claras essas reflexões, realizadas sobre as várias dimensões de aprendizagem que tem seu *locus* no sistema de emergência da CNAAA, o Quadro 7 apresenta uma síntese das conclusões e considerações realizadas.

**Quadro 7:** Dimensões da Aprendizagem na Preparação e Resposta a Situações de Emergência na CNAAA

Dimensão do Aprendizado	Onde acontece?	Fase em que acontece	Atores Importantes	Quando Acontece?
Aprender fazendo	Nos comitês e organizações participantes do planejamento de emergência	Fase de Preparação	Organizações representadas no COPRON e no COPREN	(1) na elaboração de Planos, normas, procedimentos e manuais
Aprender usando	Nos comitês e organizações participantes da Resposta à emergência	Fase de Execução / Resposta	Organizações representadas no CNAGEN, CESTGEN e CCCEN	(1) Exercícios Gerais e Parciais; (2) Situações reais de emergência; e (3) Campanhas de esclarecimento junto à população
Aprender interagindo	Na relação entre as organizações participantes dos comitês de planejamento e resposta à emergência e: (1) outras organizações participantes enquanto fornecedoras de recursos; (2) população envolvida; e (3) organizações internacionais	Fase de Preparação e Execução / Resposta	(1) Organizações representadas no COPREN, CCCEN e CIEN; (2) Organizações Internacionais; e (3) População envolvida	(1) Exercícios Gerais e Parciais de emergência; e (2) Campanhas de esclarecimento junto à população
Aprender adaptando	Nos comitês e organizações participantes do planejamento de emergência	Fase de preparação	(1) Organizações representadas no COPRON e no COPREN; e (2) Organizações Internacionais	(1) na elaboração de Planos, normas, procedimentos e manuais

Aprender falhando	Nos comitês e organizações participantes da resposta à emergência	Fase de Execução / Resposta	(1) Organizações representadas no CNAGEN, CESTGEN, CCCEN e CIEN; e (2) Organizações Internacionais	(1) Exercícios Gerais e Parciais; (2) Situações reais de emergência; e (3) Campanhas de esclarecimento junto à população
----------------------	---	-----------------------------	---	--

**Fonte:** Elaborado pelo autor

A aprendizagem organizacional dentro do sistema de preparação e resposta às situações de emergência na Central Nuclear Brasileira, conforme visto, foi observada considerando múltiplas dimensões que, por vezes, se sobrepõem e se alimentam (ROSEMBERG, 2006), contribuindo para a prospecção e surgimento de novas possibilidades e ideias.

Essas dimensões da aprendizagem estão presentes na dinâmica evolutiva do Plano de Emergência da CNAAB através do fazer, do usar, do interagir, do adaptar e do falhar, práticas que ressaltam a característica transversal da aprendizagem organizacional dentro desse sistema de planejamento de emergência.

#### 6.1.2 A Inovação: Aprimoramento Gradual através de Demandas e Tecnologias

Esta tese argumenta que a dinâmica evolutiva de um plano de emergência de uma central nuclear tem como um de seus pilares constituído pela incorporação de inovações. Tais inovações, conforme será discutido nas próximas seções, são e precisam ser fundamentalmente incrementais, contribuindo para o caráter gradual do aprimoramento do Plano de Emergência da CNAAB ao longo do tempo, permitindo o acúmulo de conhecimentos e experiências que habilitam o sistema de emergência a dar o seu próximo passo evolutivo.

Além disso, será possível observar nas seções seguintes a existência de algumas evidências que sinalizam que as inovações e o consequente aprimoramento do Plano são tanto induzidos por demandas como impulsionados pelo aumento da capacidade e dos recursos tecnológicos no âmbito das organizações participantes do sistema de emergência.

##### 6.1.2.1 Delimitando o Paradigma Atual do Plano

O paradigma científico, segundo Dosi (1982), determina o campo de investigação, os problemas, os procedimentos e as tarefas, que constituem os complexos quebra-cabeças

instrumentais, conceituais e matemáticos inerentes à realização de uma pesquisa normal (KUHN, 1998, p.59), sendo esse paradigma:

[...] em grande parte, uma promessa de sucesso que pode ser descoberta em exemplos selecionados e ainda incompletos. A ciência normal consiste na atualização dessa promessa, atualização que se obtém ampliando-se o conhecimento daqueles fatos que o paradigma apresenta como particularmente relevantes, aumentando-se a correlação entre esses fatos e as predições do paradigma e articulando-se ainda mais o próprio paradigma (KUHN, 1998, p. 44).

A partir da definição de paradigma científico apresentada por Kuhn (1998), Dosi (1982) estabelece analogia e desenvolve o conceito de paradigma tecnológico como sendo “[...] um modelo e um padrão para solução de problemas tecnológicos selecionados, baseado em princípios selecionados derivados das ciências naturais e em tecnologias materiais selecionadas” (DOSI, 1982, p. 152).

Se a ciência normal, nos termos de Kuhn (1998, p.44), diz respeito à atualização de uma promessa de sucesso, alcançada a partir da ampliação do conhecimento sobre fatos particularmente relevantes para a permanência do paradigma científico vigente, para Dosi (1982) o progresso técnico é definido por um certo paradigma tecnológico e a trajetória tecnológica é o padrão “normal” das atividades realizadas para resolução de problemas, ou seja, é o progresso nos termos do paradigma tecnológico.

De forma ampla, a partir das perspectivas de Kuhn (1998), sobre a ciência normal e o paradigma científico, e de Dosi (1982), sobre tecnologia e paradigma tecnológico, é possível avançar e refletir que a inovação incremental guarda alguma relação conceitual com as práticas da ciência normal e, de forma semelhante, é possível considerar a existência de uma certa relação entre o conceito de inovação radical e de ruptura do paradigma científico vigente, visto que mesmo em dimensões distintas ambos estabelecem novas trajetórias, tradições e regras. Tal ponderação é reforçada se considerado que:

A Ciência Normal não se propõe descobrir novidades no terreno dos fatos ou da teoria; quando é bem sucedida, não as encontra. Entretanto, fenômenos novos e inusitados são periodicamente descobertos pela pesquisa científica; cientistas têm constantemente inventado teorias radicalmente novas (KUHN, 1998, p.77).

O desenvolvimento desse paralelo conceitual é relevante à medida que permite lembrar que a preparação e a resposta às situações de emergência na CNAAA agregam tanto produtos da ciência como do desenvolvimento tecnológico, relacionados, por exemplo, com estudos de modelos científicos para previsão da dispersão de pluma radioativa, desenvolvimento de

metodologias e incorporação de “novos” recursos tecnológicos. A evolução desses, em algum grau, influencia e contribui para a manutenção do paradigma vigente do sistema de emergência da CNAAA, promovendo naturalmente ações no sentido da continuidade e do aprimoramento dos planos, procedimentos e ações que vêm sendo gradualmente desenvolvidos ao longo do tempo.

Assim, de forma complementar, cabe também reconhecer nesse sistema a existência de uma trajetória tecnológica (DOSI, 1982), ou institucional (TIGRE, 2006, p. 61), que estabelece o padrão “normal” para resolução de problemas dentro do processo evolutivo da preparação para emergências na CNAAA.

Essa trajetória é, em parte, resultado das decisões, experiências e do acúmulo de conhecimento especializado e se configura em uma variável importante, cuja compreensão se torna necessária tendo em vista que eventuais alterações no planejamento de emergência precisam considerar que:

Qualquer tipo de mudança tem um impacto. Então, você não pode durante vinte anos, você vem falando em uma metodologia e de repente você muda radicalmente aquilo. Você vai levar mais vinte anos para conseguir consolidar. Então, você tem que ter cuidado (Oficial “A” da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro).

Esse relato reforça a percepção de que a proposta ou a adoção de inovações radicais (FREEMAN; PEREZ, 1988), no contexto da emergência, não faz parte de uma trajetória natural (NELSON; WINTER, 1977) e, por isso, precisam ser analisadas com muita cautela, considerando o caminho desenvolvido até este momento.

Considera-se que a adoção de inovações radicais tem potencial para produzir impactos negativos sobre o processo de aprendizagem das organizações e da população, podendo interferir em questões relacionadas com o acúmulo gradual de conhecimentos sobre procedimentos e medidas de proteção e segurança que devem ser realizadas em decorrência do eventual acionamento do Plano.

Por outro lado, é necessário destacar que o caráter evolutivo da preparação para emergências na CNAAA é constituído, fundamentalmente, por inovações incrementais, as quais em parte estão associadas ao aumento da capacidade absorptiva das organizações (COHEN; LEVINTHAL, 1990), conforme discutido na seção 6.1.1, sendo também ilustrado de forma sumária através do trecho extraído do Plano de Emergência Externo (PEE/RJ), o qual ressalta que:

A experiência obtida pelas organizações envolvidas, tanto no cenário nacional quanto no internacional, levou ao aprimoramento deste Plano, permitindo a inclusão de novas metodologias para resposta a uma situação de emergência (RIO DE JANEIRO, 2008, p.1).

Ao considerar que a dinâmica evolutiva do Plano é, em parte, resultado de inovações incrementais, surge uma nova questão. Qual foi então o momento determinante para a constituição do atual paradigma do planejamento de emergência da CNAAA?

Durante a tentativa de marcar o início do atual paradigma do Plano, buscando identificar uma ação, ou conjunto de ações, que caracterize uma inovação maior, “radical”, foi estabelecido como ponto inicial da investigação a transferência para o Exército Brasileiro, em 1988<sup>99</sup>, da responsabilidade pelo planejamento e execução das ações de evacuação da população e de controle nas situações de emergência decorrentes de um acidente nuclear.

Tal decisão foi tomada por considerar que esse ato marca também o início dos exercícios de evacuação da população, sendo o primeiro exercício geral do plano de emergência externo à CNAAA realizado em 1989, sob a responsabilidade do Exército, com a participação de efetivos militares e de equipe do Instituto de Radioproteção e Dosimetria da CNEN (SOUZA JUNIOR, 1990, p. 134).

Posteriormente, o planejamento das ações externas para mitigação de um eventual acidente na CNAAA, foi transferido para a Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, conforme o relato a seguir elucidado:

O nome do Plano era Fatos Emergenciais Ligados à Angra, Plano FELA. Eu quando aqui cheguei, esse Plano já não existia mais. Ele foi feito pelo Exército e o próprio Exército executava os exercícios. Depois a Defesa Civil assumiu o planejamento em 94, foi feito um novo Plano [...] O próprio Plano em si era um plano mais de resposta, por assim dizer. Hoje, o Plano incorporou, como todo plano de defesa civil, ações antes e pós desastre [...] (Oficial “A” da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro).

A transferência de responsabilidade pelo planejamento, que acontece em 1994, é considerada no contexto desta pesquisa também um marco relevante, pois o já denominado Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ) passa a envolver de forma plena a atuação de órgãos sediados na região de Angra dos Reis, particularmente a Defesa Civil Municipal (ELETRONUCLEAR, 2011).

---

<sup>99</sup> Decreto nº 96.775, de 27 de Setembro de 1988. Disponível em : <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1988/decreto-96775-27-setembro-1988-447141-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 6 maio 2014.

Nesse PEE/RJ de 1994 foi também apresentado uma estrutura para coordenação da emergência local, denominada de Grupo de Coordenação e Controle Operacional (GCCO), que seria estabelecido em Angra dos Reis visando fazer frente a uma eventual situação de emergência na CNAAA, sendo aqui considerado precursor do atual CCCEN.

Porém, apesar de considerar relevantes os dois marcos anteriormente citados, esta pesquisa pode identificar algumas evidências que corroboram com a argumentação de que o sistema de planejamento de emergência da CNAAA começa de fato a ganhar a forma atual somente a partir de 1997 e desde então o mesmo vem sendo desenvolvido sem a realização de mudanças significativas que rompam com as “tradições” e regras vigentes, favorecendo a consolidação de práticas e a adoção de inovações incrementais, através de uma dinâmica ilustrada pelo seguinte relato:

[...] normalmente as coisas acontecem na forma de evolução, melhoria contínua, uma forma incremental. Vai sendo incorporado um recurso, algo de uma organização que se preparou ou completou uma lacuna que ela possuía e agora ela consegue melhor atuar e, por conta disso, quando uma organização atua melhor certamente aquela atuação dela vai irradiar para o Plano como um todo (Oficial “A” da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro).

Dessa forma, considera-se que o atual paradigma do sistema de emergência da CNAAA, foi construído e delineado após mudanças significativas sobre o ponto de vista, principalmente, organizacional que contribuíram para participação mais sistematizada e integrada das várias esferas de Governo, sendo elementos representativos da constituição desse novo paradigma:

(a) a publicação da Norma Geral no. 6 do SIPRON, em março de 1997, que determina a ativação de centros de gerenciamento de emergência em caso de acidente nuclear na CNAAA;

(b) a regulamentação do SIPRON e instituição da Comissão de Coordenação da Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (COPRON), através da publicação do Decreto nº 2.210 de abril de 1997;

(c) a primeira revisão do Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ), em novembro de 1997, motivada pela publicação da Norma Geral no. 6 do SIPRON (RIO DE JANEIRO, 1999, p. 1); e

d) a criação do Comitê de Planejamento de Resposta a Situações de Emergência Nuclear no Município de Angra dos Reis (COPREN/AR), instituído em caráter permanente em outubro de 2003, através da Portaria nº 777, do Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, com a

atribuição de assessorar a COPRON, nos assuntos relacionados à resposta a situações de emergência nuclear na CNAAA.

Esses elementos constituintes do novo paradigma deixam clara a existência de dois momentos do sistema de emergência da CNAAA: a Preparação e a Resposta, conforme seção 3.2.

A constituição do COPRON e do COPREN de certa forma caracterizam a busca por uma maior coordenação, integração, cooperação e troca de experiências e conhecimentos entre as diferentes esferas de Governo envolvidas na fase de preparação para as eventuais situações de emergência na CNAAA, conforme apresentado na seção 3.2.1.

Já no que se refere às ações de resposta, é a partir da primeira revisão do PEE/RJ que foi adotada a atual metodologia organizacional para a resposta à emergência, que considerando a experiência nacional e internacional das organizações envolvidas (RIO DE JANEIRO, 1997), operacionaliza a estrutura dos centros de resposta às situações de emergência nuclear na CNAAA, conforme seção 3.2.2, constituída pelo: CNAGEN; CESTGEN; CCCEN; e CIEN.

Sendo assim, as iniciativas que promoveram a criação dos comitês de planejamento, na fase de preparação, e dos centros de resposta, na fase de resposta, são consideradas nesta pesquisa componentes significativos da dinâmica evolutiva do Plano de Emergência da CNAAA, por representarem uma inovação maior (ABERNATHY; UTTERBACK, 1978; QUEIROZ, 2006) que alterou de forma fundamental o paradigma então vigente e estabeleceu as condições para o início de uma nova trajetória incremental (TIGRE, 2006), possibilitando ações com um nível maior de coordenação, integração e cooperação entre as organizações participantes.

Apesar disso, é importante destacar que o surgimento dessa nova etapa evolucionária, principalmente no que se refere à estrutura organizacional de preparação e resposta, incorpora e aprimora algumas iniciativas que a precedem, por exemplo, relacionadas com a evacuação da população, a abrigagem e o acionamento do sistema de alerta de sirenes em caso de emergência na CNAAA.

#### 6.1.2.2 Evolução a partir de Inovações Incrementais

Após argumentar e marcar o início do paradigma vigente do sistema de emergência da CNAAA, na perspectiva desta pesquisa, foi considerado oportuno apresentar um exemplo que simbolize o processo evolutivo do Plano e sua associação com a proposição e adoção de

inovações incrementais, resultantes de uma combinação entre pressões de demanda, fatores socioculturais, trajetória e oportunidades tecnológicas (FREEMAN; PEREZ, 1988).

Nesse sentido, optou-se por aprofundar as questões sobre o aprimoramento contínuo do Plano de Emergência da CNAAA a partir das ações que envolvem a evacuação da população local em caso de emergência, tendo como foco principal a região da Praia Vermelha.

A primeira forma pensada para evacuação da população do entorno da CNAAA em caso de acidente foi naturalmente o uso da malha rodoviária existente na região, principalmente a BR 101 (trecho Rio-Santos).

Em caso de emergência na CNAAA, a população deveria se concentrar em pontos de reunião e embarque e aguardar a chegada de ônibus para o deslocamento para regiões fora das áreas diretamente afetadas, conceito mantido e exercitado até os dias de hoje, sendo, contudo, ao longo do tempo, por vezes, objeto de controvérsia em função das condições de manutenção da estrada (SOUZA JUNIOR, 1990; SILVA, 1999; SILVA, 2009).

Assim, de forma complementar a esse modal de transporte, a partir de Souza Junior (1990), lembra-se que a possibilidade de remoção de parte da população por meio marítimo é discutida pelo menos desde o início da década de 1990, mesmo sendo considerada mais complexa e com maior grau de incerteza que as operações realizadas por terra, já era vista como uma alternativa relevante para redução do tráfego na BR-101 que, em certas condições, era vista como passível de apresentar colapso na circulação para fora da ZPEs.

[...] a familiaridade de parte da população local com o transporte marítimo e o número de embarcações existentes na região, recomendam a realização de estudos sobre sua implementação. Mesmo que não atinjam grande parte da população, alguns grupos poderiam ser retirados por mar, sob certas circunstâncias, facilitando o movimento por terra (SOUZA JUNIOR, 1990, p.147).

Porém, é somente no Exercício Geral do Plano de Emergência, realizado em 2011, que foi experimentada nesse sentido uma iniciativa inovadora de fato, com o intuito de simular a evacuação de parte da população local por meio marítimo, disponibilizado pelo sistema de emergência da CNAAA, conforme Figura 22. Tal iniciativa inovadora consistiu em um exercício de abicagem realizado pela Marinha com o uso de uma Embarcação de Desembarque de Carga Geral (EDCG), na região da Praia Vermelha.

**Figura 22:** Abicagem realizada na Praia Vermelha durante o Exercício Geral do Plano de Emergência de 2011



**Fonte:** Notícia - Marinha do Brasil participa do exercício de resposta à emergência nuclear em Angra. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/nomaronline/noticias/16092011/01.html>>. Acesso em: 10 set. 2014.

É relevante destacar que nesse primeiro experimento a população não foi diretamente envolvida com o uso desse recurso, sendo contudo sua realização necessária e útil para comprovar a viabilidade técnica da nova proposta e que esse era o recurso tecnológico ideal a ser empregado em função do tipo de operação e das condições geoclimáticas da região, conforme o relato abaixo:

[...] existem algumas medidas que são tomadas de forma a garantir que aquela embarcação [EDCG] possa abicar [...]. O emprego [da EDCG] está condicionado ao estado de mar, a própria arrebentação e o gradiente de praia. Tem um determinado gradiente que admite a embarcação. [...] O gradiente é a inclinação da praia [...]. A granulometria, o tipo de areia que existe na praia, se for uma areia mais fina ou mais granulosa, tem uma certa influência (Oficial de Operações Navais da Marinha do Brasil).

É oportuno salientar que essa inovação diz respeito à adoção de um recurso normalmente empregado em operações anfíbias realizadas por força militar, muito utilizada durante a II Guerra Mundial.

Após a realização desse primeiro experimento e o mesmo ser considerado um sucesso no âmbito do sistema de preparação e resposta à emergência, essa ação foi de fato incorporada ao Plano de Emergência da CNAEA, sendo incluída nas revisões do PEE/RJ de 2013 (5a. revisão) e do Plano de Emergência Complementar da Marinha (BRASIL, 2012).

Dois anos depois, no Exercício Geral do Plano de Emergência de 2013, a abicagem na Praia Vermelha foi realizada novamente, sendo, contudo, apresentada outra inovação incremental, importante sobretudo do ponto de vista sócio-participativo, pois, conforme Figura 23, nesse exercício a população local foi convidada a embarcar e a navegar na EDCG, ação que se configurou em um novo estímulo (ARROW, 1962, p. 157) para aprendizagem e geração de novos conhecimentos por parte tanto das organizações envolvidas como da população local.

**Figura 23:** Abicagem – Simulação de Evacuação Marítima da População da Praia Vermelha realizada durante o Exercício Geral de 2013



**Fonte:** Elaborada pelo Autor

O relato a seguir é uma evidência de que a inovação proposta tem também a aprovação dos moradores da Praia Vermelha, provavelmente, em função do fato dessa população já possuir uma cultura voltada para atividades marítimas (SOUZA JUNIOR, 1990).

A gente acha que foi o modo mais sensato de tirar as pessoas porque não tem nada para impedir. [...] o navio vai encostar ali [na praia], vai encher, pode encher de gente à vontade porque o troço é enorme e se aquele não der vem outro. Então, quer dizer, não tem chuva para impedir, não cai barreira, nada disso vai impedir o navio de ir para o lugar para aonde ele tem que ir. Na rua não, é árvore que cai, é barreira que cai, é carro que tomba e fica no meio da rua e até tirar [...] (Membro da Associação de Moradores da Praia Vermelha)

A adoção dessa inovação no âmbito da Praia Vermelha, até certo ponto, é influenciada positivamente por alguns dos fatores condicionantes, discutidos na seção 4.3.5. O alto grau de compatibilidade da solução apresentada com as crenças e características socioculturais dessa

população local e a possibilidade de realizar testagem durante a realização dos exercícios de emergência da CNAAA faz com que as complexidades inerentes a essa inovação sejam aparentemente minimizadas pela população local (ROGERS, 2003; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005; HALL, 2004).

O exercício de abicagem na Praia Vermelha também contribui ao proporcionar a observabilidade dos resultados da adoção dessa inovação nessa localidade, favorecendo que os órgãos de fiscalização do Estado, outras populações passíveis de serem evacuadas por via marítima, dentre outros interessados, possam melhor compreender e avaliar essa nova alternativa (ROGERS, 2003; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005; HALL, 2004).

Em paralelo às iniciativas para o desenvolvimento de alternativa para evacuação da população local por via marítima, através do emprego da abicagem, em 2011 começa a ser desenhado outro passo na evolução das ações para uma eventual evacuação de parte da população pelo mar.

A partir do acidente na central nuclear japonesa e da consequente elaboração do Plano de Resposta à Fukushima<sup>100</sup>, que contempla cerca de sessenta iniciativas de estudos e projetos a serem desenvolvidos pela Eletronuclear no período de 2011 a 2015, passou a ser discutida a implantação de quatro atracadouros no entorno da CNAAA, sendo que um desses será construído na Praia Vermelha, conforme Figura 24.

---

<sup>100</sup> Apresentação realizada por Paulo Werneck, Eletronuclear, sobre o Plano de Resposta a Fukushima.

Disponível em:

<<http://www.sbpr.org.br/IRPA2013/programacaoirpa2013/IRPA2013/GAVEAA/Dia17/0930PauloWerneckG%C3%A1veaADia17.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

**Figura 24:** Atracadouro Previsto para Praia Vermelha



**Fonte:** Apresentação realizada por Paulo Werneck, em 2012, no LAS/ANS Symposium, intitulada: *ELETRONUCLEAR's Response to the Fukushima Dai-ichi Nuclear Accident Management of Emergency Conditions*.

Esses atracadouros, do ponto de vista da evacuação da população, irão introduzir uma maior flexibilidade quanto ao tipo de embarcação a ser utilizada em caso de necessidade de uma evacuação da população pelo mar, além de possibilitar maior agilidade no envio de recursos humanos e materiais para mitigação do acidente.

Por fim, entende-se que essa sequência de inovações incrementais, anteriormente apresentadas, de forma similar a Freeman e Perez (1988), acontecem menos como resultado de pesquisas deliberadas e mais como consequência das proposições de melhorias apresentadas por representantes das organizações participantes dos comitês de planejamento e por outros atores envolvidos com o planejamento, influenciados por estímulos internos e externos associados, de alguma forma, a questões políticas, sociais, normativas, ambientais, tecnológicas, operacionais ou improváveis, por exemplo, em função de acidentes em outras instalações nucleares.

Esses estímulos teriam potencial para induzir ou impulsionar a dinâmica evolutiva do planejamento de emergência da Central Nuclear Brasileira de diferentes formas que podem ser objeto de algumas reflexões preliminares, conforme a seguir:

(1) **Políticos**, sempre que se apresentam na forma de oposição a utilização da energia termonuclear para geração de energia elétrica e, de forma sensata, questionam soluções adotadas ou demandam melhorias nas ações de preparação e resposta à emergência na CNAAB;

(2) **Sociais**, relacionados com demandas associadas a problemas de infraestrutura local, por exemplo, nas áreas de transporte e saúde, e com uma maior participação da população local nas atividades relacionadas com a Central (SILVA, 2009);

(3) **Normativos**, o licenciamento para construção e operação de instalações nucleares no Brasil é realizado com base em normativas específicas da área nuclear e ambiental, sob a responsabilidade da CNEN e do IBAMA, respectivamente. Em contrapartida, cabe ao SIPRON a responsabilidade pela coordenação das ações de preparação e resposta a emergência nuclear no País, para isso o mesmo estabelece normativas relacionadas ao tema. Eventuais modificações nesse arcabouço normativo podem demandar ajustes em ações relacionadas com o Plano de Emergência da CNAAA;

(4) **Ambientais**, o setor nuclear, de uma forma geral, tem procurado ao longo dos últimos anos argumentar sobre os benefícios da energia termonuclear para geração de energia elétrica, frente a outras opções que resultam em maior emissão de gases estufa (GUIMARÃES; MATTOS, 2010). Grupos contrários a essa visão utilizam a possibilidade de acidente nuclear e seus efeitos como um contra-argumento;

(5) **Tecnológicos**, pois o aumento da disponibilidade desse tipo de recurso no âmbito das organizações participantes e a sua incorporação ao sistema de emergência da CNAAA impulsionam o aprimoramento do Plano e contribuem para a geração e o compartilhamento de conhecimentos entre os atores envolvidos.

A adoção e desenvolvimento de recursos tecnológicos para previsão de dispersão de pluma radioativa em caso de acidente na CNAAA, por exemplo, teria a capacidade de estimular a dinâmica evolutiva do Plano dentro de uma perspectiva que engloba a aprendizagem e o acúmulo de conhecimentos sobre o emprego e características informacionais desse recurso de tecnologia da informação, promovendo discussões e eventualmente adaptações nos procedimentos no âmbito de algumas das organizações participantes do sistema de emergência;

(6) **Operacionais**, decorrente, por exemplo, da dependência parcial de empresas privadas para executar parte das ações previstas no Plano de Emergência, gerando por vezes dúvidas e incertezas externas ao sistema quanto à exequibilidade dessas em caso de situação real de emergência. Essa percepção contribui para a busca por soluções alternativas dentro das próprias organizações governamentais participantes do sistema de emergência, relacionadas, por exemplo, com a evacuação e a criação de meios para comunicação e informação da população; e

(7) **Acidentes Nucleares**, mesmo que improváveis e eventualmente ocorrendo em regiões distantes (*Three Mile Island* /EUA, Chernobyl / Ucrânia e Fukushima / Japão) geram preocupações e incertezas que acabam por aflorar em algumas comunidades, por vezes, motivadas ou agravados por problemas relacionados com a comunicação durante a crise (SANDMAN, 2006).

Na próxima seção, alguns desses estímulos serão discutidos e aprofundados a partir de uma perspectiva dual sobre os fatores indutores para difusão das inovações no sistema de emergência da CNAAA relacionados por um lado com a demanda por melhorias e, por outro, com a disponibilidade de capacidades e recursos tecnológicos no âmbito das organizações participantes (NELSON; WINTER, 1977).

#### 6.1.2.3 Induzido por Demandas e Impulsionado por Recursos Tecnológicos

Após considerar, na seção anterior, que estabelecido um determinado paradigma (DOSI, 1982), a trajetória natural (NELSON; WINTER, 1977) da preparação e resposta à emergência em uma central nuclear passa a ser constituída por inovações incrementais (FREEMAN; PEREZ, 1988), serão discutidos nesta seção os fatores indutores da difusão de inovações nesse sistema a partir de uma perspectiva dual baseada nos conceitos de indução pela demanda, *Demand Pull*, e impulso pela tecnologia, *Technology Push* (MOWERY; ROSEMBERG, 2006; PAVITT, 1984; FREEMAN, 1994; NEMET, 2009).

É comum que o processo de implantação e operação de centrais nucleares, de uma forma geral, se desenvolva a partir do estabelecimento de campos de disputas que, normalmente, envolvem questões de ordem política, econômica, social, ambiental, tecnológica, operacionais ou improváveis, polarizados entre os que são contra e os que são a favor dessa tecnologia.

Algumas dessas questões promovem pressões que acabam por induzir demandas que influenciam tanto a trajetória como a taxa de inovações adotadas pelo sistema de preparação e resposta à emergência da CNAAA, visto ser esse um elemento relevante para aumentar a proteção da população local e do meio ambiente no caso de uma emergência externa na Central, além de ter potencial para interferir nas percepções de risco da população local.

A incorporação e ampliação da utilização de Hospitais de Campanha no planejamento de emergência e, conseqüentemente, nos exercícios do Plano parecem ilustrar bem essa perspectiva, pois até certo ponto acaba de forma implícita reconhecendo, particularmente a

partir de 2013, demandas da população local no que se refere à necessidade de melhoria da rede hospitalar pública de Angra dos Reis.

Um hospital de campanha<sup>101</sup> é um complexo hospitalar móvel, constituído por pessoas, equipamentos e instalações, voltado para a prestação de atendimento médico em locais cujo o apoio à saúde é vital, mas que por algum motivo não está disponível, é precário ou limitado.

Apesar de ter como principal missão o apoio de saúde em eventuais situações reais de combate das Forças Armadas, é também utilizado nas participações brasileiras em operações de paz e em ações cívico-sociais, denominadas ACISO.

A previsão do emprego de hospitais de campanha, conforme Figura 25, passou a ser oficialmente incorporada ao Plano de Emergência da CNAAA, na quarta revisão do PEE/RJ realizada em 2008, na qual sinalizou que o Comando Militar do Leste (CML) deveria “Ficar em condições de empregar o Hospital de Campanha (HCmp) apoiando as ações de defesa civil” (RIO DE JANEIRO, 2008, p.46).

**Figura 25:** Hospital de Campanha do Exército Brasileiro no Exercício Geral de Emergência da CNAAA, em 2013



**Fonte:** Elaborado pelo Autor

O próximo passo no processo de adoção dessa inovação aconteceu no Exercício Geral do Plano de Emergência de 2011, no qual o Hospital de Campanha do Exército foi de fato montado, com o propósito exclusivo de promover a aprendizagem do sistema de emergência da CNAAA através da experimentação prática desse recurso tecnológico. Naquele momento não foram previstos e realizados atendimentos de forma ampla à população local.

<sup>101</sup> Reportagem realizada por Érika Pellini. Os bastidores do Hospital de Campanha do Exército Brasileiro.

Disponível em: <[http://www.eb.mil.br/web/imprensa/resenha/-/journal\\_content/56/18107/672882%3Bjsessionid=E1DABF79AA3D305561ACE772E4FE1F98.lr2?refererPlid=18115](http://www.eb.mil.br/web/imprensa/resenha/-/journal_content/56/18107/672882%3Bjsessionid=E1DABF79AA3D305561ACE772E4FE1F98.lr2?refererPlid=18115)>.

Acesso em: 12 set. 2014.

Durante o planejamento para o exercício de 2013, o COPREN, buscando uma estratégia de maior aproximação com população e após o experimento de montagem do HCmp do Exército em 2011, parece ter percebido que a infraestrutura do Hospital de Campanha poderia suprir, mesmo que somente durante os exercícios, parte das demandas da população local no que se refere ao atendimento médico clínico e laboratorial, promovendo, assim, a convergência entre as expectativas da população e as necessidades de capacitação dos atores envolvidas com a resposta à emergência, conforme evidências abaixo:

Em 2011, eles [Hospital de Campanha] não atenderam a população porque vieram com uma estrutura de emergência, então eles atenderam umas duas emergências. Houve um novo pedido do COPREN para fazer uma operação ACISO, então eles levantaram os parâmetros e vieram [em 2013] com o hospital com outra configuração, que não seria o caso da emergência nuclear (Oficial “B” da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro).

[...] no ano passado [2013], quando estava sendo feito o planejamento do exercício, foi visto que deveria ser colocado o hospital [de Campanha] e esse deveria de fato abrir. A população precisa experimentar algum benefício com relação ao Plano. É uma região que é carente de hospitais [...] tanto que esses hospitais [HCmp] tiveram 1500 atendimentos em três dias [no exercício de 2013] (Funcionário da Eletronuclear).

Dentro dessa abordagem de caráter sócio-participativa<sup>102</sup>, foram montados três hospitais de campanha no Exercício Geral do Plano de Emergência da CNAEA, realizado em 2013, ficando à leste da Central o do Exército, à oeste o da Marinha e um da Força Nacional de Saúde na região central de Angra dos Reis, conforme Figura 26.

---

<sup>102</sup> Notícia Eletronuclear: Exercício geral do plano de emergência da central nuclear de Angra conta com atividades voltadas à população. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/Not%C3%ADcias/NoticiaDetalhes.aspx?NoticiaID=1143>>. Acesso em: 12 set. 2014.

**Figura 26:** Hospital de Campanha da Força Nacional de Saúde no Exercício de 2013



**Fonte:** Elaborada pelo Autor

Em setembro de 2013, foi publicada a 5ª. revisão do PEE/RJ, na qual passou também a ser sinalizado de forma oficial que a Marinha deve “Estabelecer um ponto de descontaminação em coordenação com um Hospital de Campanha, no setor oeste, em apoio as ações de resposta à emergência nuclear” (RIO DE JANEIRO, 2013, p. 47), além das ações previstas para o Hospital de Campanha do Exército que já havia sido incorporado a esse plano em 2008.

Acredita-se que a partir do exemplo do planejamento e implantação dos hospitais de campanha durante os exercícios de emergência, foi possível evidenciar que o planejamento de emergência da CNAAA e o processo de difusão de inovações nesse sistema são, por vezes, induzidos por algum tipo de demanda social, nesse caso, o atendimento das necessidades da população local na área de saúde.

Por outro lado, alguns autores (MOWERY; ROSEMBERG, 2006; DOSI, 1982) consideram que somente a demanda não é capaz de impulsionar o processo de inovação, isso é verdadeiro também no contexto de preparação e resposta à emergência em centrais nucleares.

Assim, cabe explorar no âmbito do sistema de emergência da CNAAA uma segunda abordagem baseada no conceito *Technology Push* e, em uma versão desse, considerada por Nemet (2009) menos determinista, denominada *Capabilities Push* (NELSON; WINTER, 1977), ou inovação impulsionada pela capacidade das organizações, a qual não deixa de dar ênfase à importância do papel da ciência e da tecnologia.

Nemet (2009, p. 701) ressalta que essa abordagem considera que a disponibilidade de "oportunidades tecnológicas" exploráveis desempenha um papel determinante na taxa e direção da inovação no âmbito das organizações. O autor salienta que esse conceito engloba a percepção de que as organizações precisam investir na geração de conhecimento para ampliar a sua capacidade absorptiva (COHEN; LEVINTHAL, 1990), possibilitando que sejam capazes de explorar oportunidades emergentes.

De fato, o relato abaixo contribui para o argumento de que o aumento da capacidade das organizações pertencentes ao Plano, em suas respectivas áreas de atuação, ao longo do tempo tem impulsionado e influenciado a dinâmica evolutiva do sistema de emergência da CNAAA.

Hoje, nós temos uma capacidade maior de logística, de resposta, coisa que não tínhamos tempos atrás [...] Os recursos outrora eram bem mais escassos, a relação de instituições [participantes] era bem menor [...] (Funcionário "A" da Defesa Civil Municipal de Angra dos Reis).

Aos poucos as organizações, seja em função da participação em comitês de preparação ou através dos exercícios de emergência, vão "descobrimo" os recursos tecnológicos que podem ser disponibilizados pelas outras organizações participantes, que após um processo de discussão e avaliação podem ser incorporados e passam a agregar maior capacidade operacional na resposta à emergência.

Essa dinâmica, em algum grau, contribui para que seja montado o "quebra-cabeça" do Plano de Emergência da CNAAA, a partir da capacidade tecnológica disponível em cada organização participante, que vão sendo agregadas ao Plano, por vezes, estimuladas por algum tipo de demanda específica ou de forma espontânea, a partir da troca de experiências e conhecimentos entre as organizações participantes da preparação para emergência. Acredita-se que o relato abaixo seja uma evidência nesse sentido.

[...] isso acontece quase que naturalmente. O Exército ou a FAB [por exemplo] vem e oferece o que eles têm de suporte [...] no próprio exercício, no próprio planejamento, a gente começa a detectar esses problemas, as outras organizações também detectam, e cada uma oferece aquilo que tem disponível" (Funcionário "A" da Defesa Civil Municipal de Angra dos Reis).

O próprio exemplo da incorporação dos hospitais de campanha no Plano, apresentado anteriormente, serve, também para ilustrar como a capacidade tecnológica e a experiência acumulada em cada organização, para o cumprimento de suas respectivas missões, são agregados no âmbito do sistema de emergência da CNAAA, evidenciando a relevância da força da oferta (NELSON; WINTER, 1977; DOSI, 1982).

Nesse sentido, é oportuno ressaltar que, de uma forma geral, os recursos previstos para serem empregados no Plano de Emergência da CNAAA não são adquiridos ou desenvolvidos pelas organizações para uso específico para o caso de uma emergência na CNAAA, apesar de existirem exceções como o caso do sistema ARGOS, sigla em inglês para Sistema Operacional de Orientação e Comunicação de Acidentes, adquirido em 2007<sup>103</sup> pela Comissão Nacional de Energia Nuclear.

O ARGOS<sup>104</sup> é um sistema de apoio à decisão desenvolvido com o propósito de permitir a avaliação da intensidade e o deslocamento de pluma radioativa liberada durante um acidente nuclear, permitindo um melhor planejamento das medidas de mitigação a serem adotadas para proteção da população, restrições ao uso de áreas afetadas, cuidados na produção de alimentos, entre outras ações necessárias.

Esse sistema é constituído por um conjunto formado por programas, modelos científicos e base de dados, geradas a partir da coleta de dados meteorológicos obtidos de torres localizadas nas proximidades da Central e fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que disponibiliza para o sistema de emergência informações relevantes, relacionadas, por exemplo, com a verificação das doses de radiação das equipes que vão atender a emergência, previsão de chuva e sua influência na precipitação de material radioativo<sup>105</sup>.

Mantido através de um consórcio internacional formado por Austrália, Bósnia-Herzegovina, Brasil, Canadá, Dinamarca, Estônia, Irlanda, Lituânia, Montenegro, Nova Zelândia, Noruega, Polônia e Suécia, a incorporação do ARGOS no sistema de emergência da CNAAA, inseriu o Brasil no seleto grupo de países que utilizam sistema computacional específico para o acompanhamento de situações de emergência com liberação de material radioativo, tal como ocorrido durante o acidente de Fukushima.

Em 2011 e 2013, durante o Exercício Geral do Plano de Emergência da CNAAA, o ARGOS simulou o cenário proposto para o exercício e seus resultados foram apresentados para os representantes das organizações participantes do CCCEN, promovendo estímulo para a

---

<sup>103</sup> Relatório de Gestão CNEN – 2007. Disponível em: <<http://memoria.cnen.gov.br/doc/pdf/Relatorios/rel-gestao-2007.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2014.

<sup>104</sup> Informe CNEN 2011. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/noticias/lst-noticias-informe.asp?ano=2011&num=4>>. Acesso em 15 set. 2014.

<sup>105</sup> Informe CNEN 2011. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/noticias/lst-noticias-informe.asp?ano=2011&num=4>>. Acesso em 15 set. 2014.

geração de novos conhecimentos e aumento da capacidade absorptiva (COHEN; LEVINTHAL, 1990) no âmbito dessas organizações, contribuindo com novos elementos informacionais para o planejamento de cenários ainda mais desafiadores em exercícios futuros.

De certa forma, é possível perceber, a partir do exemplo dos Hospitais de Campanha, do ARGOS e de outros, que a dinâmica evolutiva do planejamento de emergência da CNAAA é constituída por inovações incrementais que são tanto induzidas por demandas internas e externas como impulsionadas por avanços científicos e tecnológicos, que são apropriados pelas organizações participantes, promovendo aprendizado e o aumento da sua capacidade tecnológica.

### 6.1.3 A Comunicação de Risco: O Desafio do Diálogo

Nesta seção o processo de comunicação de risco será discutido dentro do sistema de preparação e resposta a uma eventual situação de emergência na Central Nuclear Brasileira não somente como um instrumento de promoção do diálogo entre as organizações e a população local, com o propósito de aumentar o grau de confiança, mas, também, como um meio pelo qual as organizações podem obter *feedbacks* sobre suas ações e com isso adquirir novos conhecimentos através da interação com a população local, por meio de mecanismos formais de caráter sócio-participativo.

A partir dessa perspectiva, tal processo interativo se constituiria em um importante instrumento para a realização de ajustes e aprimoramentos no Plano de Emergência da CNAAA, contribuindo para a convergência entre as demandas específicas da população local e as necessidades identificadas pelas organizações envolvidas, promovendo a manutenção e ampliação das relações de confiança entre esses atores.

Além da revisão de literatura, de evidências documentais e de trechos extraídos das entrevistas com membros das organizações participantes do Plano de Emergência da CNAAA, esta seção sustenta parte dos seus argumentos a partir das informações obtidas através da aplicação de questionário junto à parte da população da Praia Vermelha.

#### 6.1.3.1 Algumas Percepções da População

Para avançar na compreensão e qualificação do processo de comunicação de risco, estabelecido entre o sistema de emergência da CNAAA e a população local, nesta pesquisa

representada pelos moradores e trabalhadores da localidade da Praia Vermelha, foi considerado como ponto de partida necessário a identificação das percepções que essa população tem sobre alguns aspectos do Plano de Emergência da Central Nuclear Brasileira.

Assim, através da compreensão de que o risco é um objeto social e que o mesmo não existiria sem população ou indivíduo que o perceba (VEYRET, 2007), a pesquisa empírica buscou identificar as percepções que predominam na população da Praia Vermelha associadas ao risco de viver ou trabalhar próximo a Central Nuclear.

Como resultado foi possível constatar que parte considerável dos moradores alegam não sentir medo associado a existência da Central e ao fato dessa localidade se encontrar a cerca de 5 Km desse complexo industrial, conforme informações coletadas através dos questionários aplicados em parte da população da Praia Vermelha e na entrevista realizada com o membro da Associação de Moradores dessa localidade.

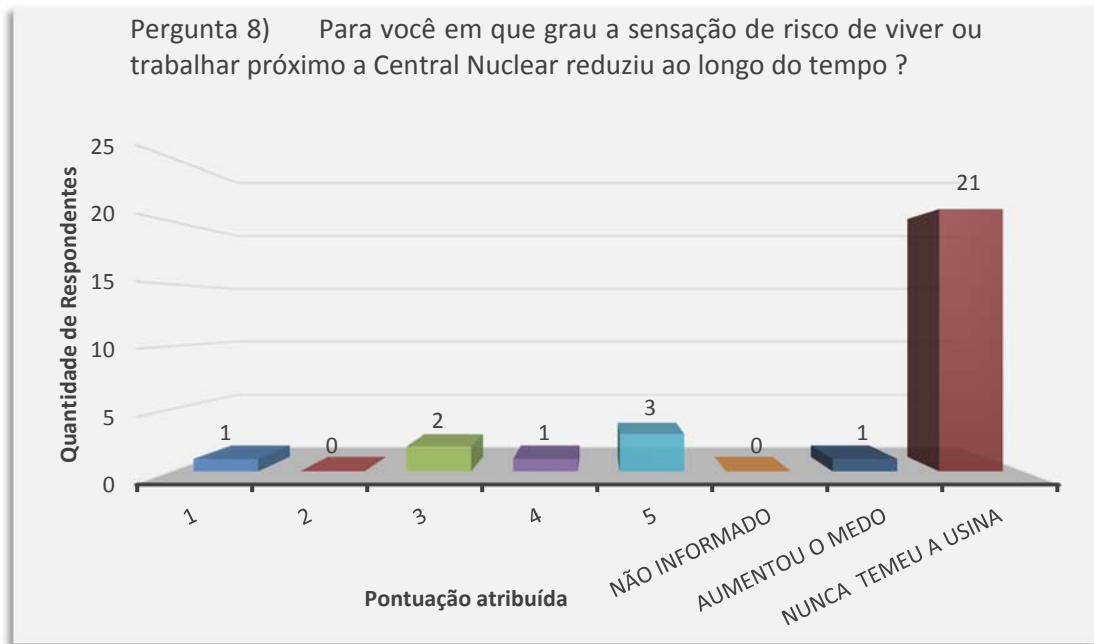
Dessa forma, no que se refere aos respondentes dos questionários, esses foram perguntados se a sensação de risco deles de viver ou trabalhar próximo a CNAAA tinha reduzido ao longo do tempo. Após serem orientados a responder atribuindo nota de 1(um) a 5 (cinco)<sup>106</sup> para redução da sua percepção de risco, 21 dos 29 respondentes, cerca de 72%, declararam nunca terem sentido medo de residir ou trabalhar a 5 Km da Central Nuclear, conforme Gráfico 1.

Cabe observar que essa opção de resposta não fazia parte do rol original de opções apresentados aos respondentes, conforme Apêndice B, passando a mesma a ser incluída após algumas declarações espontâneas que sinalizavam a ausência de qualquer tipo de medo com relação a existência e operação da Central.

---

<sup>106</sup> A atribuição da nota 1 significa que o respondente teve pouca alteração na sua percepção de risco de viver ou trabalhar próximo a Central. Já a atribuição de nota 5 significa que o respondente considera que a sua percepção de risco reduziu muito ao longo do tempo.

**Gráfico 1:** Resposta à Pergunta sobre a Percepção de Risco da População em Relação à CNAAA



**Fonte:** Elaborado pelo Autor

É interessante também apontar que três respondentes informaram que a sua percepção de risco havia reduzido bastante e ao menos um desses sinalizou explicitamente que esse fato estaria relacionado a melhoria do acesso às informações sobre o Plano, obtido através da leitura dos conteúdos informativos contidos nos calendários distribuídos anualmente, conforme Anexo A, e da participação em palestras realizadas na Praia Brava sobre as ações do Plano de Emergência, no período em que esse respondente exerceu atividade profissional no hotel existente naquela região.

Esse foi um dos casos identificados durante a pesquisa empírica que confirma que a proximidade geográfica com a Usina acaba contribuindo para que alguns dos moradores da Praia Vermelha realizem ou já tenham realizado atividades profissionais relacionadas com a CNAAA.

Durante a pesquisa foi observado que nove dos respondentes têm ou tiveram algum tipo de vínculo empregatício, direto ou indireto, com a operadora da Central, em alguns casos para exercer funções como funcionários efetivos e, em outros, realizando, por exemplo, atividades temporárias de apoio a troca dos elementos combustíveis das Usinas.

A execução de atividades no interior da área que delimita esse complexo industrial nuclear demanda que essas pessoas sejam submetidas a capacitações mais específicas e de forma periódica, no que se refere ao Plano de Emergência.

Dessa forma, é plausível considerar que parte do conhecimento adquirido por esses profissionais acabe sendo informalmente disseminado no âmbito da Praia Vermelha, podendo até mesmo ter contribuído de alguma forma, ao longo do tempo, para a percepção de ausência de medo ou para a existência de um risco considerado “aceitável” (GIDDENS, 1991, p.37) na relação entre parte da população da Praia Vermelha e a Central.

Além disso, o fato de nunca ter ocorrido qualquer tipo de acidente nas usinas que promovesse a atuação real das organizações junto à população local acaba, também, contribuindo para uma espécie de “desatenção” (GIDDENS, 1991, p.80) da população frente a Central e aos eventuais riscos geralmente atribuídos a sua existência.

Nesse caso, essa “desatenção” estaria, em parte, relacionada com compromissos sem rosto (GIDDENS, 1991), resultado da trajetória de operação da Central sem a ocorrência de situações de emergência, mas, também, seria resultado do aparente aumento da confiança da população da Praia Vermelha na capacidade técnica das organizações participantes do sistema de emergência, conforme Gráfico 3, que em momentos de co-presença estabelecem compromissos com rosto (GIDDENS, 1991).

Tal “desatenção”, partindo do pensamento de Giddens (1991, p. 75), não é indiferença. As pessoas podem diariamente olhar para a Central, mas a atitude de seguir em frente, morando, trabalhando, fazendo seus afazeres diários, ao menos em parte, demonstra implicitamente que elas não observam, de uma forma geral, hostilidade na operação da Central.

Essa aparente “desatenção” pode também estar relacionada com o aumento da confiança que as organizações envolvidas com a operação da Central e a preparação para emergência parecem estar conseguindo alcançar, conforme reforça o relato abaixo:

Confio no Plano, confio neles, sei que eles entendem do que estão fazendo e demonstrou isso aí em uma coisa mais ou menos diferente [Acidente Radiológico de Goiânia, Césio 137] [...] Então, chegaram lá e resolveram, foram para resolver. [...] Eles já viveram mais ou menos uma situação e sabem como o troço é perigoso. Então, quer dizer, nós temos que confiar neles? Devemos confiar. Eles tiveram uma situação real e eles foram bem, não deixaram a desejar (Membro da Associação de Moradores da Praia Vermelha).

O relato é uma evidência que contribuiu para a caracterização da percepção de risco da população da Praia Vermelha como algo constituído por um processo dual, conforme Ropeik

(2008), composto por fatos e impressões, que envolvem tanto informações apropriadas como uma série de instintos que conduzem essa população a calibrar suas percepções a partir do contexto no qual está socialmente inserida.

Por outro lado, é importante destacar que o único respondente que informou ter aumentado o seu medo com relação à Central, associou esse fato a um disparo acidental do sistema de alerta por sirenes localizado na Praia Vermelha, o qual teria ocorrido em 2012. Sendo interessante observar que esse respondente informou, também, que até aquele momento não tinha qualquer sentimento de medo com relação ao fato de residir nas proximidades da Central.

Essa mudança de comportamento decorrente da falha no sistema de alerta por sirenes sinaliza a necessidade de estabelecimento de protocolos formais para atuação das organizações junto à população local sempre que observada algum tipo de falha nos procedimentos do sistema de preparação e resposta à emergência.

O estabelecimento desses protocolos pode tanto facilitar a observação de pequenas alterações no nível de confiança da população afetada, que em um primeiro momento possam ser imperceptíveis para o sistema, como também definir as medidas a serem adotadas quando detectadas falhas nos procedimentos já estabelecidos.

Tais protocolos são importantes, pois, transpondo o pensamento de SENGE (1990, p.32), é presumível considerar que com o passar do tempo, caso não sejam tomadas medidas adequadas, tais mudanças no comportamento da população afetada, por vezes, lentas e graduais, possam acontecer e não serem percebidas pelo sistema de emergência, vindo a representar um perigo maior para a manutenção e eventual expansão no nível de confiança dessa população no Plano de Emergência.

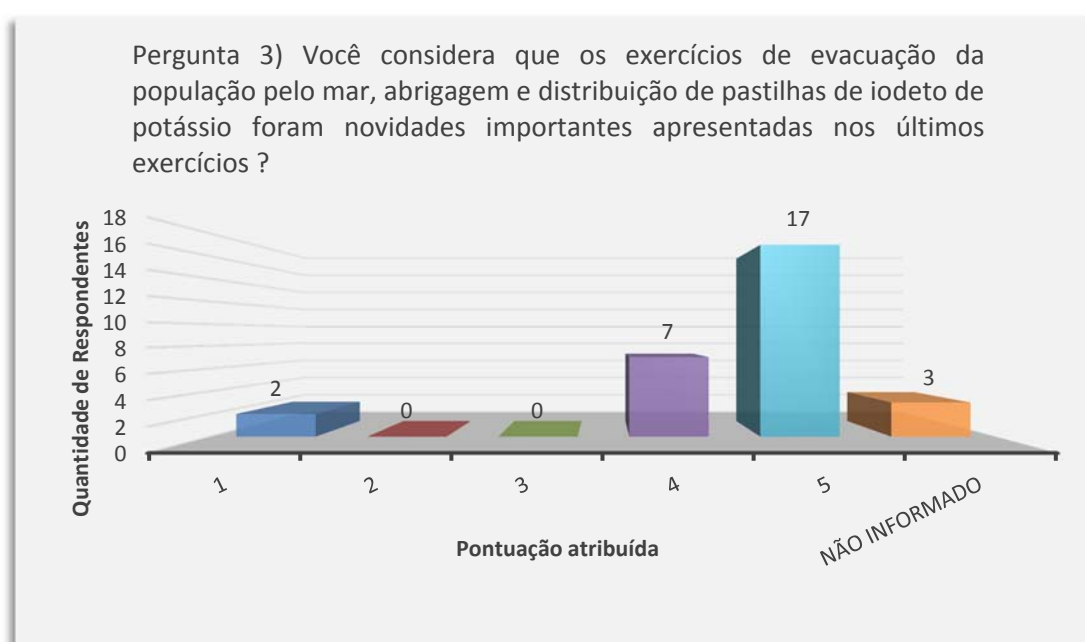
Portanto, faz-se necessário estabelecer ações mais efetivas de forma a esclarecer de imediato qualquer tipo de dúvida da população local e reforçar os canais de comunicação que devem ser acionados caso aconteçam eventos que representem incertezas sobre o andamento, ou não, de uma situação real de emergência na Central. Essas ações ganham relevância se lembrado que em se tratando de percepção de riscos os não-cientistas têm seus próprios modelos mentais, suposições e técnicas de avaliações subjetivas, que às vezes são muito diferentes dos métodos científicos (SLOVIC, 1992).

Durante a realização da pesquisa empírica, foram identificadas algumas percepções da população da Praia Vermelha quanto à introdução de algumas inovações nessa região nos últimos dois exercícios gerais, relacionadas com a abicagem de embarcação da Marinha para

realização de evacuação marítima, demonstração de técnica de abrigagem em imóvel da localidade e orientação de uso e simulação de distribuição de pastilha de iodeto de potássio.

O resultado apresentado no Gráfico 2 mostra que 24 dos 29 respondentes, cerca de 83%, consideraram essas ações boas ou muito boas. Em função disso, é possível presumir que essas ações contribuíram para o reforço da percepção positiva da população local sobre o Plano e que tais inovações foram elementos importantes para a dinâmica evolutiva do planejamento de emergência da CNAAA.

**Gráfico 2:** Resposta à Pergunta sobre à Adoção de Inovações no Plano de Emergência



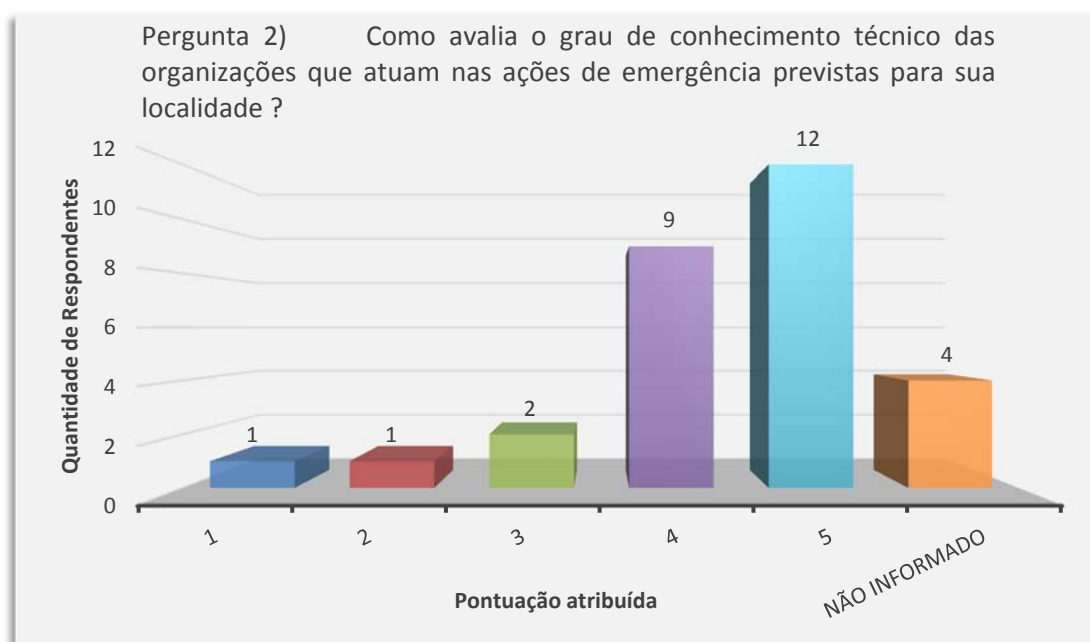
**Fonte:** Elaborado pelo Autor

Outra característica bastante singular na região da Praia Vermelha está relacionada à existência de três pousadas e um pequeno restaurante na região. Esse tipo de prestação de serviço acaba por criar um ambiente que favorece o estabelecimento de relações sociais informais entre a população e parte do pessoal técnico envolvido com a operação da Central, uma espécie informal de ponto de acesso (GIDDENS, 1991, p.81), locais de encontro entre leigos e peritos.

Essas relações informais, que podem ser ocasionais ou terem um caráter mais duradouro, podem assumir características de confiabilidade associadas à amizade e intimidade (GIDDENS, 1991, p 78), possibilitam que ao menos parte da população da Praia Vermelha absorva conhecimentos que não são oriundos de processos sistemáticos e formais de orientação à população.

A identificação e análise das atividades que proporcionam um maior estreitamento das relações sociais, formais e informais, entre a população leiga e peritos pode auxiliar na melhor compreensão do Gráfico 3 que mostra que 21 dos 29 respondentes, cerca de 72% percebem as organizações participantes do Plano de Emergência da CNAAA como detentoras de um nível de conhecimento técnico equivalente a bom ou muito bom.

**Gráfico 3:** Resposta à Pergunta sobre o Grau de Conhecimento Técnico das Organizações Atuantes no Plano de Emergência da CNAAA



**Fonte:** Elaborado pelo Autor

Por outro lado, cabe também reconhecer a existência, não menos importante, de pontos de acesso formais (GIDDENS, 1991), os quais possibilitam momentos de encontro entre leigos e peritos que influenciam as percepções dos atores envolvidos e permitem que a população, de forma subjetiva, faça inferências sobre o nível de conhecimento técnico das organizações participantes do Plano.

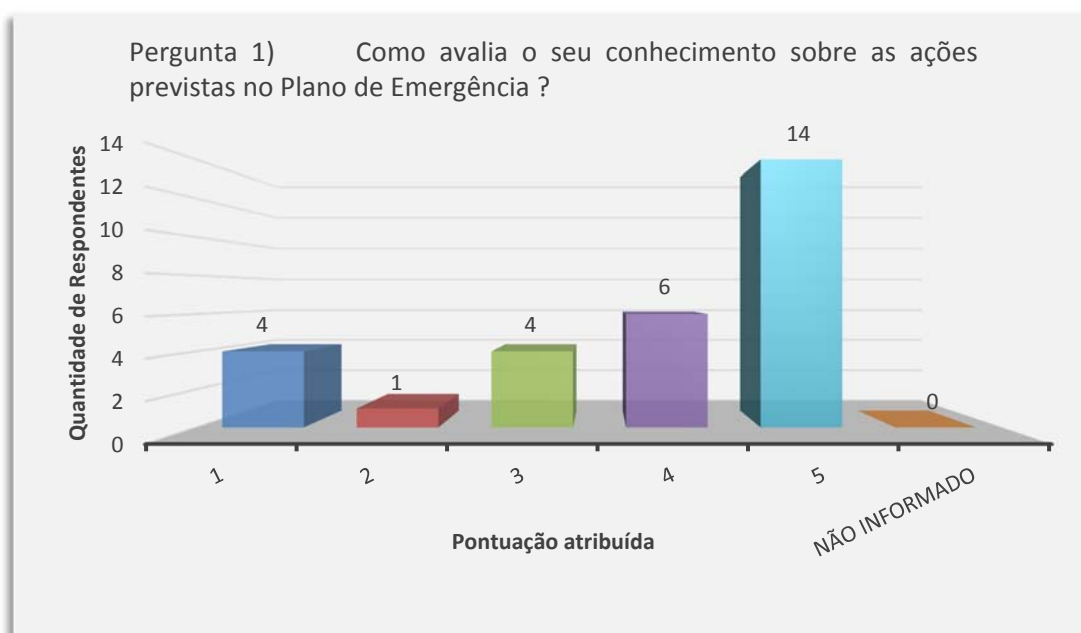
Um exemplo desses momentos formais de interação, em pontos de acesso, foi a realização de reunião na Praia Vermelha no período que antecedeu o Exercício Geral do Plano de Emergência da CNAAA de 2013, com o objetivo de esclarecer e sanar dúvidas sobre o exercício.

De alguma forma, o estreitamento dessas relações formais e informais contribuem para um certo “saber quem” por parte da população, que é resultado da interação social com peritos e grupos especializados (LUNDVALL, 1996, p.6). Sendo esse um conhecimento útil que

facilita o estabelecimento de canais de comunicação que podem reduzir incertezas nos momentos de preparação para emergência ou em situações reais de crise.

As informações transmitidas durante os diálogos estabelecidos nos pontos de acesso (GIDDENS, 1991), em conjunto com outras ações de caráter informativo desenvolvidas junto à população parecem contribuir para que a população da Praia Vermelha se autoavaliie como detentora de um significativo grau de conhecimento sobre as ações do Plano, conforme Gráfico 4 que aponta que 20 dos 29 respondentes, cerca de 70%, se consideram com conhecimento bom ou muito bom sobre as ações do Plano.

**Gráfico 4:** Resposta à Pergunta Referente a Autoavaliação do Nível de Conhecimento sobre o Plano de Emergência



**Fonte:** Elaborado pelo Autor

Acredita-se que o significativo grau de conhecimento que a população da Praia Vermelha julga ter sob as ações do Plano de Emergência, conforme gráfico acima, esteja relacionado, ao menos em parte, com:

(1) o fato de alguns moradores dessa localidade exercerem, ou já terem exercido, atividades dentro da CNAAA e terem recebido capacitação mais aprofundada sobre o Plano de Emergência, levando-os também a atuar de certa forma como multiplicadores locais e informais desses conhecimentos;

(2) a participação nos Exercícios Gerais do Plano de Emergência a cada dois anos;

(3) a realização de reuniões na localidade nos dias que antecedem a realização dos exercícios gerais, possibilitando momentos de co-presença e compartilhamento de informações;

(4) o estabelecimento de contatos informais com técnicos envolvidos com a operação da Central, facilitados, por exemplo, pela disponibilidade de serviços (pousadas e restaurante) naquela localidade;

(5) a distribuição anual de calendários nessa localidade com informações e orientações sobre o Plano; e

(6) outras ações externas à Praia Vermelha que podem influenciar a percepção dessa população sobre o Plano, como, por exemplo, a capacitação de professores, com o objetivo de atuarem como multiplicadores junto aos alunos das escolas da região do entorno da Central;

Outro aspecto interessante levantado durante a pesquisa é que, de uma forma geral, a população da Praia Vermelha demonstra ter uma percepção positiva da trajetória sob a qual estão sendo desenvolvidas as atividades de preparação para uma eventual situação de emergência na CNAAA, conforme o relato seguinte sobre os exercícios de emergência parece evidenciar.

Avançou muito, principalmente o último agora [Exercício Geral do Plano de Emergência - 2013]. [...] O primeiro exercício que teve aqui, deve ter uns quinze anos ou mais, veio [sic] doze ônibus das Agulhas Negras, lá de Resende para cá, pegou nós [sic] aqui e nos levou para Ubatuba. [...] Você não via muito pessoas da CNEN, não via pessoas da própria Usina, você só via mais militar mesmo. [...] Pegou, trouxe os ônibus das Agulhas Negras, entramos neles 9 horas da manhã, chegamos lá, ficamos na rodoviária de Ubatuba. [...] Nós ficamos lá, almoçamos, voltamos e acabou o exercício. Ah, um médico na porta do ônibus fazia simulação com aquele aparelho para ver se tem radiação, uma pessoa cadastrando e só isso. Nada mais do que isso. Hoje melhorou cem por cento, não dá nem para comparar. Eu nem sei o que era aquilo, disseram que era um exercício da usina nuclear. Já o segundo foi melhor, o terceiro foi melhor e vou dizer do último agora [2013], é isso aí (Membro da Associação de Moradores da Praia Vermelha).

Porém, é possível verificar que apesar de existir um processo crescente de satisfação com a condução das ações relacionadas ao Plano de Emergência da CNAAA, existe, também, uma demanda da população local pelo desenvolvimento de ações mais específicas nessa localidade, que por vezes podem ser confundidas pelas organizações como uma tentativa única e exclusiva de apropriação do discurso do Plano de Emergência e da proximidade da Praia Vermelha com a CNAAA, para a obtenção de algum tipo de vantagem para a comunidade local.

Essas demandas por ações mais específicas, fundamentalmente na área de infraestrutura, podem ser observadas no seguinte relato.

Na verdade o que nós precisamos, morador, é mais de uma atenção deles [Organizações]. O Plano é isso aí. Do meu modo de pensar, o que eu vejo não tem mais nada. Agora você tem que manter, fazer algumas inovações, ajustar alguma coisa e pronto. [...] Essas coisas que faltam, tipo o cais, o lugar para ficar [cobertura da quadra próximo ao ponto de reunião e embarque], essas coisas. [...] É melhorar a infraestrutura, as ações já estão bem definidas (Membro da Associação de Moradores da Praia Vermelha).

O atendimento de alguns tipos de demandas locais pode ser um ponto chave para o aprofundamento da relação de confiança entre sistema de preparação e resposta à emergência e as populações do entorno da CNAAA, pois, talvez, com esforços relativamente pequenos na gestão de recursos humanos e financeiros seja possível aumentar a convergência das ações do Plano com as demandas da população por melhoria na infraestrutura local.

Para ilustrar esse pensamento e demonstrar que alguns passos já têm sido dados nesse caminho, é interessante citar um exemplo fora da região da Praia Vermelha. A Marinha<sup>107</sup>, durante o exercício geral de 2013, empregou fuzileiros navais, com habilidade em obra, pintura, metalurgia e elétrica, para realizar ação cívico-social (ACISO), reformando a quadra de esportes, o refeitório, a cozinha, banheiros, corredores, rampas de acesso, alojamentos e parte da área externa do Centro Integrado de Educação Pública (CIEP 495 Guignard), localizado no Parque Mambucaba, em Angra dos Reis.

Essa ação traz em si uma espécie de convergência das necessidades da população local com a disponibilidade de recursos e possibilidades de melhoria identificadas por uma das organizações participantes do Plano de Emergência, a qual utilizou essa escola para instalação de hospital de campanha durante o Exercício Geral de 2013.

O aumento da confiança da população não surgiria, então, apenas do reconhecimento da capacidade técnica das organizações para a execução das ações previstas no Plano, mas também de um componente social relacionado com iniciativas do sistema de emergência visando a melhoria do bem-estar e das condições de vida da população possivelmente afetada no caso de uma emergência geral na Central.

Dessa forma, a realização de ACISO e de ações de melhoria da infraestrutura local prevista e utilizada pelo Plano, como deve ser o caso do atracadouro previsto para ser construído na Praia Vermelha, são passos relevantes para incorporação de demandas relativamente

---

<sup>107</sup> Notícia: Marinha participa do Exercício Emergência “Angra 2013”. Disponível em <<https://www.mar.mil.br/nomaronline/noticias/27092013/04.html>>. Acesso em: 23 set. 2014.

pequenas da população local à dinâmica de aprimoramento do Plano, possibilitando que esse plano seja lembrado e vivenciado de forma positiva no dia-a-dia.

Nesse aspecto, considera-se que essas ações efetivas, que alinham as demandas da população e que colaboram para o aprimoramento da infraestrutura da localidade para o desenvolvimento das ações do Plano, trazem embutidas no seu cerne o respeito ao componente afetivo da percepção de risco da população local, tendo como base o diálogo prévio entre as organizações e essa população (ROPEIK, 2008, p.59).

Esse pode ser um cenário constituinte de um novo nível de maturidade do sistema de preparação e resposta às situações de emergência na CNAAA, caracterizado por uma preocupação cada vez maior com o desenvolvimento de pequenas ações associadas às necessidades locais, que em um primeiro momento poderiam até ser entendidas como não pertencentes ao escopo do planejamento de emergência da Central.

Então, no que se refere à população da Praia Vermelha é relevante dizer que a sua percepção sobre o planejamento de emergência da CNAAA é, de alguma forma, influenciada: (1) pelo grau de conhecimento adquirido em decorrência de capacitações gerais e específicas, para realização de atividades na CNAAA; (2) pela participação nos exercícios do Plano de Emergência e eventos associados; (3) pelo estabelecimento de relações formais e informais seja com técnicos da Usina, seja com outros participantes do sistema de preparação e resposta às situações de emergência; (4) pelo acesso a materiais informativos sobre as ações do Plano; (5) pela vivência de algum tipo de incidente relacionado ao Plano, como o disparo acidental de uma sirene; e (6) pelo atendimento de demandas locais por melhoria na infraestrutura, as quais estariam na percepção dessa população relacionadas com o Plano.

#### 6.1.3.2 A Informação para a População

A realização da pesquisa permitiu observar que ao longo do tempo algumas iniciativas têm sido desenvolvidas com a intenção de aumentar o grau de informação da população sobre os procedimentos de proteção que essa deve adotar no caso de uma emergência nuclear na CNAAA.

E, nesse sentido, a revisão do PEE/RJ realizada em 2008 (4ª. revisão) inovou quando, considerando a Política Nacional de Defesa Civil<sup>108</sup> publicada em dezembro de 1994, passou a prever não apenas ações de resposta à emergência, mas, também de prevenção e preparação.

Entre as ações de preparação previstas formalmente a partir de 2008 estão as campanhas de esclarecimento junto à população e a participação dos Sistemas de Ensino Municipal, Estadual e Federal (RIO DE JANEIRO, 2008), um passo relevante no que se refere à tentativa de melhor informar a população de forma a dirimir eventuais controvérsias a partir da apresentação de alguns fatos (LATOURE, 2000, p.45).

Apesar desse marco relevante, existem evidências de ações de comunicação ao público realizadas já na década de 1980, sendo um exemplo nesse sentido a distribuição de calendários contendo orientações sobre como a população deve proceder em caso de emergência.

Em 1989, o relatório da missão OSART da AIEA já sinalizava como positiva a iniciativa de Furnas, então operadora da Central, no sentido de elaborar calendários contendo informações sobre os procedimentos que a população residente nas zonas de planejamento de emergência deveria adotar em caso de emergência. Esses calendários foram distribuídos em 1987 pela Defesa Civil (IAEA, 1989).

Após a criação da Eletronuclear em 1997, atual operadora da Central, essa iniciativa teve continuidade, com a empresa produzindo e distribuindo o seu primeiro calendário relativo ao período de 1998/1999, um calendário que abrangia dois anos.

A partir de 2011 a elaboração dos calendários e de seu conteúdo informativo passou a considerar as especificidades dos procedimentos que devem ser adotados pelas populações localizadas nas Zona de Planejamento de Emergência (ZPE), o que levou à produção e distribuição de três calendários distintos: o primeiro com foco nas vilas residenciais de Praia Brava e Mambucaba; o segundo com informações sobre as medidas a serem tomadas nas ZPEs de 3 Km e 5 Km e; o terceiro considerando as ZPEs de 10 Km e 15 Km.

---

<sup>108</sup> Política Nacional de Defesa Civil, aprovada pelo Conselho Nacional de Defesa Civil - CONDEC, através da Resolução nº 2, de 12 de dezembro de 1994, publicada no Diário Oficial, de 02 de janeiro de 1995. Disponível em:

<<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=02/01/1995&jornal=1&pagina=82&totalArquivos=104>>. Acesso em: 25 set. 2014.

O conteúdo informativo do calendário de 2014, referente à região da Praia Vermelha (ZPE de 5 Km), apresentado no Anexo A, ilustra essa nova abordagem que, sobretudo, facilita a correlação das informações apresentadas com as respectivas práticas realizadas durante os exercícios gerais de emergência, em especial para as populações localizadas em áreas sujeitas à evacuação.

A partir do exercício de 2009 passou a ser também produzido material informativo no formato de histórias em quadrinhos, que são até hoje distribuídos nas escolas da região e podem ser acessados através da Internet no site da Eletronuclear<sup>109</sup>.

Ao longo do tempo, as campanhas de esclarecimento foram sendo aprimoradas. Em 2011, por exemplo, em função do Exercício Geral do Plano de Emergência, a Eletronuclear realizou, em Angra dos Reis e Paraty, campanha de esclarecimento sobre o plano de emergência da Central Nuclear, a qual teve como um de seus componentes a utilização de um veículo do tipo *Van* que circulava pela região, com representantes das organizações participantes do sistema de emergência, tirando dúvidas da população e distribuindo material informativo sobre o Plano.

Além disso, nesse mesmo ano, peças publicitárias foram veiculadas na TV, nas rádios e nos jornais da região visando também transmitir informações sobre o Plano de Emergência para a população local.

Em 2013, nas três semanas que antecederam o Exercício Geral do Plano, foram realizadas palestras em associações de moradores<sup>110</sup> do entorno da Central, inclusive na Praia Vermelha, visando explicar e sanar dúvidas sobre alguns aspectos relativos à dinâmica a ser desenvolvida naquela localidade durante os dias de exercício.

A evidência da realização dessa atividade é identificada a partir da aplicação do questionário na população da Praia Vermelha que, conforme o Gráfico 5, mostrou que 21 dos

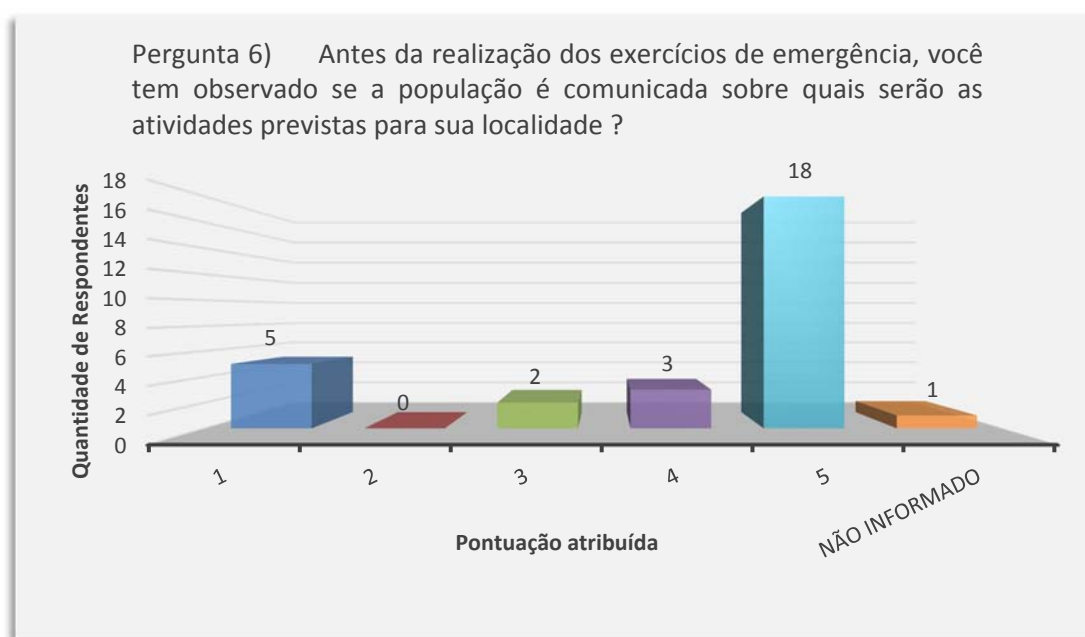
---

<sup>109</sup> Material Informativo (História em Quadrinhos). Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/SaibaMais/PlanodeEmergência/Fiquepordentro.aspx>>. Acesso em: 25 set. 2014.

<sup>110</sup> Eletronuclear. Relatório de Atividades 2013 – Coordenação de Responsabilidade Socioambiental e Comunicação – CR.P. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/LinkClick.aspx?fileticket=EVKucYxUypo%3d&tabid=124>>. Acesso em: 26 set. 2014.

29 respondentes, cerca de 72%, reconheceram terem observado atividades promovidas pelas organizações participantes do Plano nessa localidade com o intuito de informar previamente as ações que seriam realizadas durante o exercício geral de 2013.

**Gráfico 5:** Resposta à Pergunta sobre Orientação da População no Período que Antecede o Exercício Geral de Emergência



**Fonte:** Elaborado pelo Autor

Outra ação relevante sobre o ponto de vista informativo são os cursos de capacitação de professores que vêm sendo realizados nos últimos três anos. Esses cursos são desenvolvidos através de parceria envolvendo a Eletronuclear, a CNEN e as Defesas Civas Estadual, de Angra dos Reis e de Paraty e visam transformar os professores em multiplicadores de informações relacionadas com as estratégias de proteção da população no caso de uma emergência na CNAEA<sup>111</sup>.

Em 2013, cerca de 50 professores concluíram esse curso após participarem de 3 módulos teóricos de 4 horas e uma visita técnica de 8 horas à Central Nuclear. Os módulos teóricos abordaram conceitos de Defesa Civil, aspectos relacionados à Energia Nuclear e ao Plano de Emergência Externo.

<sup>111</sup> Eletronuclear. Relatório de Atividades 2013 – Coordenação de Responsabilidade Socioambiental e Comunicação – CR.P. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/LinkClick.aspx?fileticket=EVKucYxUypo%3d&tabid=124>. Acesso em: 26 set. 2014.

É relevante observar que os cursos de capacitação de professores e as reuniões preparatórias para os exercícios são pontos de acesso (GIDDENS, 1991), que acabam proporcionando um ambiente de co-presença, de diálogo, com características de tempo e local que favorecem e motivam a população envolvida nessas atividades a expor preocupações e demandas aos representantes das organizações participantes do sistema de emergência da CNAAA, mesmo não sendo esse um canal formalmente instituído para esse propósito. Os relatos a seguir explicitam um pouco desse momento de oportunidade para o diálogo e como esse é percebido por alguns dos representantes de organizações participantes do sistema de emergência.

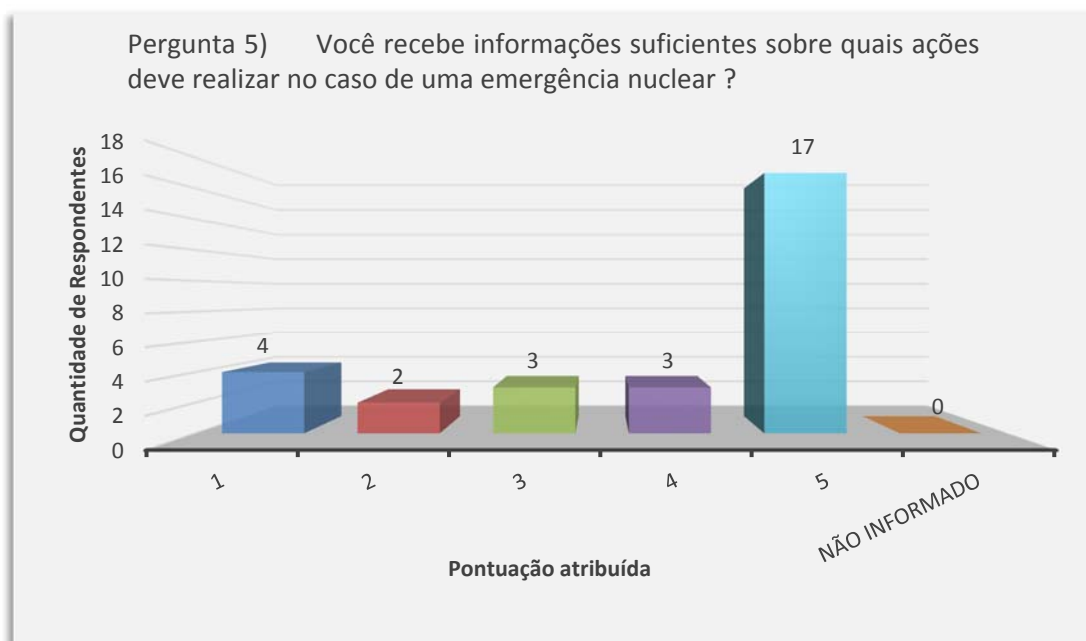
[...] uma das coisas que se fala muito em comunicação de risco é que você precisa ter sempre um processo de comunicação dialógico, em termos de diálogo. [...] temos aproveitado bastante alguns espaços na comunicação [...] esse curso de professores é um vetor importante. [...] Eles [professores] são multiplicadores importantes [...] e a gente escuta muitas demandas ali (Funcionário da Eletronuclear).

Nos cursos de professores a gente tem ouvido algumas coisas e tem procurado ponderar. A gente tem uma visão de que os professores são um bom termômetro da comunidade, principalmente da comunidade mais jovem. [...] Então, a gente tem procurado colher isso (Oficial “B” da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro).

Esses são apenas alguns exemplos utilizados para ilustrar parte das ações realizadas no âmbito das campanhas de esclarecimento tanto permanentes, realizadas todo ano (ex: distribuição de calendários e capacitação de professores), como motivadas pela realização dos exercícios gerais do Plano a cada dois anos, as quais têm sido aprimoradas e, aparentemente, contribuem para que a população, em particular a da Praia Vermelha, se sinta suficientemente informada para o caso de uma emergência na CNAAA.

O Gráfico 6 é uma evidência importante nesse sentido, pois mostra que 20 dos 29 respondentes, cerca de 70 %, consideram estar recebendo informações suficientes sobre o Plano de Emergência.

**Gráfico 6:** Resposta à Pergunta sobre o Recebimento de Informações sobre o Plano de Emergência da CNAAA



**Fonte:** Elaborado pelo Autor

É também relevante lembrar o fato das pousadas da Praia Vermelha receberem hóspedes que frequentam a região em função de atrativos turísticos e que, assim, tal presença não está associada a qualquer tipo de atividade relacionada com a operação da CNAAA, o que pressupõe um provável desconhecimento tanto das atividades relacionadas aos exercícios como dos procedimentos a serem adotados em uma eventual situação real de emergência.

Essa característica foi exposta durante a pesquisa por alguns funcionários das pousadas que explicitaram a necessidade de disponibilizar material informativo sobre o plano de emergência em mais de um idioma, considerando a presença de turistas de várias nacionalidades, que por vezes acabam sendo surpreendidos pela realização dos testes do sistema de alerta por sirenes, por exemplo.

Esses funcionários também explicitaram a dificuldade para participarem das palestras que antecedem os exercícios gerais do Plano, em função de não poderem se ausentar dos seus postos no período em que essas acontecem.

Nesse sentido, vislumbraram como alternativa a realização de algum tipo de evento de capacitação com foco específico nos profissionais das pousadas, considerando serem seus funcionários agentes multiplicadores das ações do Plano de Emergência junto aos hóspedes e, em algum grau, por se considerarem responsáveis pela orientação desses hóspedes durante a

realização dos exercícios gerais e, principalmente, na eventualidade de uma situação real de emergência na CNAAA.

### 6.1.3.3 A Interação com a População: Confiança e Aprendizagem

A seção anterior apresentou alguns exemplos que evidenciam a existência de avanços no desenvolvimento de ações com o propósito de ampliar o acesso da população a informações sobre o Plano de Emergência da CNAAA e aos procedimentos previstos para a sua proteção em caso de emergência.

Tais ações são, em grande parte, caracterizadas pelo estabelecimento de fluxo de informação de natureza unidirecional, tendo sua origem nas organizações participantes do sistema de emergência (“transmissor”) e destino na população local (“receptor”).

Todavia, também foram apresentados exemplos em que o fluxo de informação foi constituído de forma bidirecional, ou seja, funcionando ora no sentido transmissor-receptor ora receptor-transmissor, apesar desses fluxos terem sido estabelecidos apenas com o propósito de informar e sanar dúvidas (ex.: Campanha de Esclarecimento com a utilização de veículo para sanar dúvidas sobre o Plano) ou não tendo sido resultado de processo formal para a coleta de sugestões e participação da população local no processo de melhoria do Plano (ex.: Capacitação de Professores e reuniões preparatórias para os exercícios realizadas nas localidades do entorno da Central).

Essa comunicação, com mensagens repletas de significado, por vezes se materializa em ações concretas que incorporam demandas sociais como pequenos elementos de melhoria da infraestrutura de resposta à emergência. O relato abaixo ilustra uma demanda da população que foi atendida, alinhando interesses locais ao processo de melhoria da infraestrutura para execução do Plano de Emergência.

Na realidade, a população via de regra faz sugestões. Ela coloca necessidades dela, que acabam sendo importantes para o Plano [...]. Exemplo, a Praia Vermelha foi uma que pediu colocação de orelhão, um telefone que ele ligue para 193, para o quartel do corpo de bombeiro mais próximo. [...] Toda vez que você vai dar palestra eles colocam um rol de situações (Oficial “A” da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro).

Porém, acredita-se que o ponto-chave para o alcance de um novo nível de maturidade no processo de comunicação de risco com a população, considerando o atual estágio evolutivo do sistema de emergência da CNAAA, não estaria relacionado somente ao acesso da população

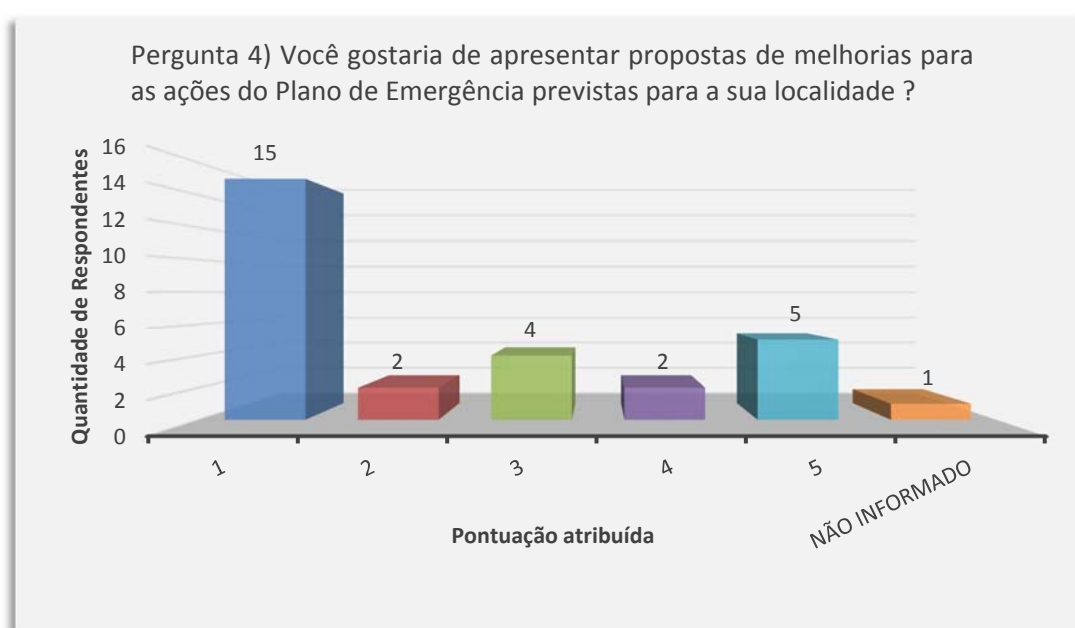
às informações sobre o Plano de Emergência, até porque as práticas de comunicação que vêm sendo implementadas têm tido êxito significativo no aumento do grau de informação da população sobre o Plano, se consideradas as informações coletadas na Praia Vermelha, conforme seção 6.1.3.2.

O processo evolutivo do Plano caminha para o aproveitamento de uma aparente pré-disposição do sistema de emergência em ouvir demandas da população local e tentar se articular para atendê-las, mesmo em princípio não existindo estrutura e canal formalmente estabelecido para esse fim, conforme o seguinte relato.

[...] a gente ainda não conseguiu vislumbrar um mecanismo realmente eficiente, a gente faz palestra e escuta, as pessoas perguntam muito [...] todas as ações que a gente faz envolvendo comunidades, obviamente, se tem um retorno. [...] Você vai escutando percepções e formando um juízo, mas a gente não tem um canal para isso (Funcionário da Eletronuclear).

Por outro lado, um fator que precisa ser melhor esclarecido diz respeito ao interesse da população local em participar ativamente do desenvolvimento do Plano. Durante a pesquisa foi feita pergunta tentando identificar o interesse da população pesquisada em apresentar melhorias para o planejamento de emergência da CNAEA. O Gráfico 7 mostra que 17 dos 29 respondentes, cerca de 59 %, declaram ter pouco ou muito pouco interesse em apresentar melhorias para as ações de emergência relacionadas com a sua localidade.

**Gráfico 7:** Resposta à Pergunta sobre o Interesse em Apresentar Sugestões de Melhorias para o Plano de Emergência



**Fonte:** Elaborado pelo Autor

Apesar do interesse relativamente baixo, é preciso destacar que alguns respondentes declaram não desejar apresentar melhorias para o Plano por considerarem ser esse de conteúdo técnico e por isso as próprias organizações participantes é que teriam condições de propor melhorias. Por outro lado, é relevante observar o relato a seguir que reconhece que a população poderia dar sugestões para melhoria do Plano, mesmo essas não sendo de ordem técnica.

Eu acho que eles poderiam dar alguma contribuição, sim. Na medida que a gente vai discutindo com as comunidades surgem questões que realmente podem ser aproveitadas, sim, não são questões técnicas, mas são questões que podem realmente somar (Funcionário “B” da Defesa Civil Municipal de Angra dos Reis).

Cabe também refletir que, quando os respondentes foram motivados, durante a aplicação do questionário, as sugestões foram feitas ou sob a ótica da convergência de problemas de infraestrutura local que estariam dentro do escopo do Plano ou através da observação de práticas relacionadas à realização dos exercícios gerais de emergência.

Por exemplo, um morador ponderou que um contingente significativo da população local, durante os dias de semana, está fora da localidade exercendo suas atividades profissionais e que os exercícios gerais de emergência acontecem normalmente nos dias de semana e no mesmo período do ano.

De fato, foi verificado nesta pesquisa que, ao longo do tempo, os exercícios gerais do Plano de Emergência da CNAAA têm sido realizados em um mesmo período do ano, normalmente entre os meses de agosto e novembro, conforme Quadro 4, na seção 3.3, e durante os dias de semana, sendo um fator limitador para o contato das organizações com novas experiências e dificuldades, além de restringir a participação de uma parcela significativa da população local.

A ponderação do respondente sobre a não diversificação dos períodos de realização dos exercícios se constituiria, dentro de um contexto sócio-participativo, em um estímulo externo, um *feedback*, que poderia induzir a inovação (MOWERY; ROSEMBERG, 2006; NELSON; WINTER, 1977; PAVITT, 1984) a partir da adoção de variações no período de realização dos exercícios de forma a permitir que organizações e a população experimentem situações atípicas, se comparadas com os outros exercícios.

Tal pensamento estaria alinhado, no contexto das organizações, às reflexões que verificam nas rotinas um favorecimento do desempenho em detrimento do aprendizado, as quais suprimem a criatividade, a flexibilidade e a experimentação, representando assim algum tipo de reforço à inércia (SCHOEMAKER; MARAIS, 1996).

O fato de terem sido obtidas algumas sugestões da população, após essa ter sido estimulada a refletir sobre pontos que poderiam ser melhorados, indica que para uma maior participação da população local será necessário fomento e esforço para criação de canais de comunicação adequados, um processo normalmente demorado e que envolve custos (LUNDVALL, 1988, p. 354).

É relevante a percepção da população local sobre a necessidade de introduzir variações que colaborem com o desafio de novos cenários, que podem, por exemplo, estar associadas tanto ao aumento de população como à realização de exercícios gerais em períodos mais chuvosos, em função de aspectos relacionados à sazonalidade.

Tais variações teriam o potencial para promover a expansão das fronteiras de conhecimento através do contato com novas experiências, balanceando aspectos da especialização gradativa decorrente do processo de aprendizagem oriundo das práticas já exercitadas durante os exercícios gerais de emergência anteriores, por exemplo (LEVINTHAL, 1996).

Lundvall (1985, p.4) destaca a necessidade das unidades de inovação terem acesso não somente à informação sobre oportunidades técnicas, mas, também, sobre as necessidades dos usuários, a qual sempre envolve algum custo e esforço para sua obtenção.

É oportuno refletir sobre o pensamento de Lundvall (1985; 1988), realizando a sua transposição para o âmbito da preparação para situações de emergência, considerando a necessidade de ouvir e dialogar com a população local, diretamente afetada, de forma que suas preocupações e demandas sejam ouvidas e novas soluções sejam prospectadas e, por vezes, adotadas.

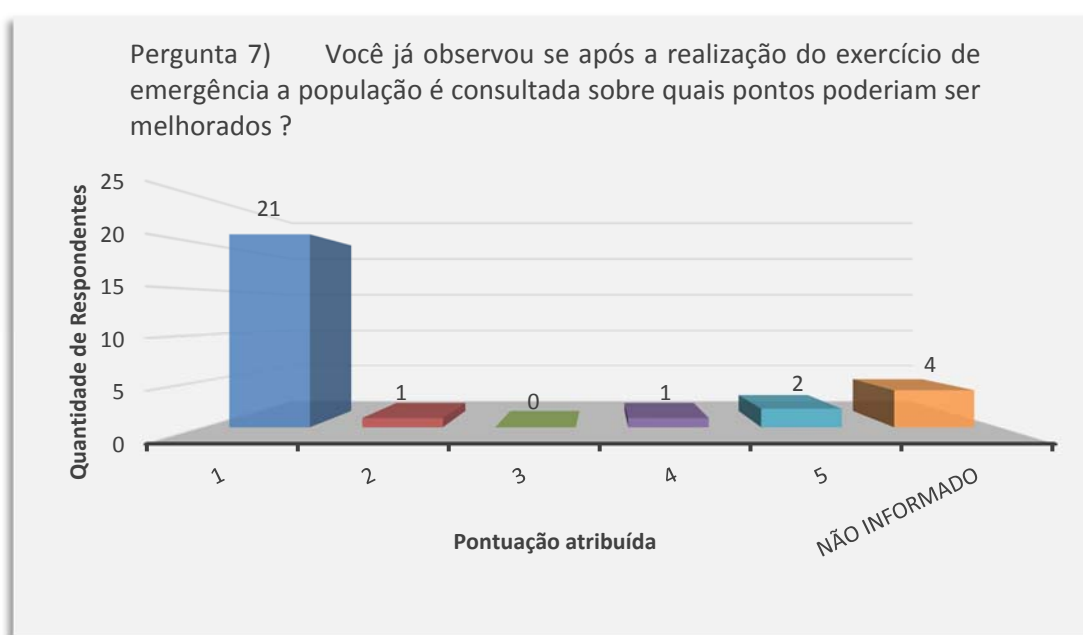
Dessa forma, observa-se uma relação relevante entre o aprender interativo proposto por (LUNDVALL, 1988) e o desenvolvimento do processo de comunicação de risco, visto que tal associação reuniria a perspectiva do desenvolvimento e a adoção de inovações, observando as demandas da população local, através de um mecanismo de *feedbacks*, e também a manutenção e o avanço das relações de confiança entre organizações e a população local.

Nesse sentido, uma prática relativamente simples que poderia ser formalmente adotada para promover uma maior participação da população no processo de desenvolvimento do Plano é a realização de reuniões nos agrupamentos a uma distância de até 5 Km da Central, no período imediatamente posterior à realização dos exercícios de emergência.

Essas reuniões teriam como objetivo receber o *feedback*, positivo e negativo, da população sobre as ações realizadas durante o exercício, receber sugestões sobre melhorias que poderiam ser incorporadas ao Plano e estreitar os laços de confiança com a população local.

O Gráfico 8, no qual 22 dos 29 respondentes, cerca de 76%, não observaram contato junto à população com o objetivo de receber seu *feedback* sobre as atividades realizadas em função do exercício geral do Plano, é uma evidência, a partir da Praia Vermelha, da ausência de um processo sistemático com tal propósito.

**Gráfico 8:** Resposta à Pergunta sobre Consulta a População no Período Pós Exercício Geral de Emergência para Obtenção de *Feedbacks*



**Fonte:** Elaborado pelo Autor

Silva (2007, p.455) observa que no modelo francês de participação da população nas atividades das Centrais daquele país, as assembleias das Comissões Locais de Informação (CLI) aproximam administradores municipais, habitantes envolvidos e engenheiros da empresa operadora, sendo essa uma forma de humanizar, pessoalizar, as relações entre esses representantes.

É no contato direto que, segundo Silva (2007), torna-se viável cultivar a confiança entre empresa e inspetores, de um lado, e moradores e seus representantes, de outro, dando rosto e personalidade, que são capazes de inspirar confiabilidade e minorar dificuldades de comunicação num eventual momento de crise (SILVA, 2007, p.455).

Por outro lado, existe sempre a preocupação da apropriação desses pontos de acesso (GIDDENS, 1991) para usos inesperados. Por isso, Silva (2009, p.452) lembra que na França para o bom funcionamento das Comissões Locais de Informação (CLI) são indispensáveis o estabelecimento de premissas comuns no que se refere à “independência” de ação e à necessidade das informações serem divulgadas com “neutralidade”.

#### 6.1.3.4 Uma Síntese a partir da Comunicação de Risco

Esta seção busca sintetizar e ao mesmo tempo dar mais clareza a algumas das questões relacionadas com o processo de comunicação de risco que foram discutidas na presente pesquisa. Durante a investigação do processo de comunicação de risco foi possível melhor entender algumas percepções e ações relacionadas com o Plano de Emergência da CNAAA, as práticas utilizadas para informar a população, os tipos de canais de comunicação utilizados, algumas dificuldades e aspectos que poderiam ser melhorados.

O **Quadro 8** foi elaborado como um resumo que contém alguns dos aspectos considerados, constatações e conclusões desenvolvidas, no decorrer da seção 6.1.3, os quais foram identificados e analisados a partir da observação do exercício de emergência do Plano em 2013, relatos de atores envolvidos e informações produzidas a partir da aplicação do questionário junto à população da Praia Vermelha.

**Quadro 8:** Síntese das Constatações e Conclusões sobre o Plano de Emergência da CNAAA e o Processo de Comunicação de Risco, sob a Perspectiva de parte da População da Praia Vermelha

<b>Aspectos Considerados</b>	<b>Constatações e Conclusões</b>
Quanto as Questões Relacionadas com a Percepção de Risco da População	(1) Prevalece na população a ausência de medo com relação à Central Nuclear; (2) Existência de uma certa “desatenção” da população em relação aos possíveis riscos associados ao dia-a-dia das atividades da Central Nuclear; (3) Falhas nos procedimentos habitualmente praticados (por exemplo, teste do sistema de alerta por sirenes) tem potencial para produzir alterações negativas na percepção de risco; (4) A melhoria do acesso à informação é um fator chave para a redução das incertezas da população sobre as atividades da Central e do Plano de Emergência, tendo consequências sobre a aceitação dos riscos;
Quanto à Relação com a Central Nuclear	(5) Existência de relações formais e informais com trabalhadores da CNAAA e participantes do sistema de emergência, proporcionando um certo saber quem (“ <i>know-who</i> ”) que é útil em momentos de crise;

	<p>(6) Existência de alguns moradores com vínculo empregatício efetivo e temporário com a operadora da CNAAA, tendo como consequência a existência de pessoas na região com conhecimentos mais específicos e avançados sobre as ações do Plano;</p>
<p>Quanto à Dinâmica Evolutiva do Plano</p>	<p>(7) Reconhecimento da população de que as organizações participantes do Plano detêm um grau elevado de conhecimento técnico;</p> <p>(8) Evidências apontam para a existência de uma trajetória de aumento gradual do nível de confiança no sistema de emergência;</p> <p>(9) As inovações introduzidas na região da Praia Vermelha nos últimos dois exercícios, relacionadas com a abicagem, a abrigagem e à distribuição de pastilhas de iodeto de potássio, contribuíram para a melhoria da percepção da população sobre o processo evolutivo do Plano de Emergência;</p>
<p>Quanto às Possibilidades de Melhoria do Processo de Comunicação de Risco</p>	<p>(10) Necessidade de maior aproximação das organizações junto à população e trabalhadores, criando e reforçando “pontos de acesso”, por exemplo, através da realização de visitas e reuniões formais com maior frequência nas localidades, fora do período de realização dos exercícios gerais;</p> <p>(11) Importância da diversificação do período de realização dos exercícios gerais, por exemplo, considerando a realização de exercícios em alta temporada e em finais de semana, favorecendo, entre outras questões, que as campanhas de esclarecimento preparatórias para o exercício possam atingir um maior número de pessoas (ex: proprietários de casas de veraneio);</p> <p>(12) Adoção de uma estratégia de aprimoramento do Plano e das condições para execução das ações previstas, alinhada, sempre que possível, às demandas da população por melhoria da infraestrutura local (Ex. realização de ações cívico sociais – ACISO e construção de atracadouros), reforçando alguns aspectos da confiança;</p> <p>(13) Necessidade de estabelecimento de protocolos formais para atuação das organizações junto à população local sempre que observada algum tipo de falha nos procedimentos de preparação e resposta à emergência (ex: acionamento acidental do sistema de alerta por sirenes);</p> <p>(14) Existência de estabelecimentos de prestação de serviços (pousadas e restaurante) que por receberem pessoas não familiarizadas com as ações do Plano (ex: turistas) precisam contar com ações específicas de comunicação e capacitação de seus profissionais, além de material informativo apropriado.</p>

**Fonte:** Elaborado pelo Autor

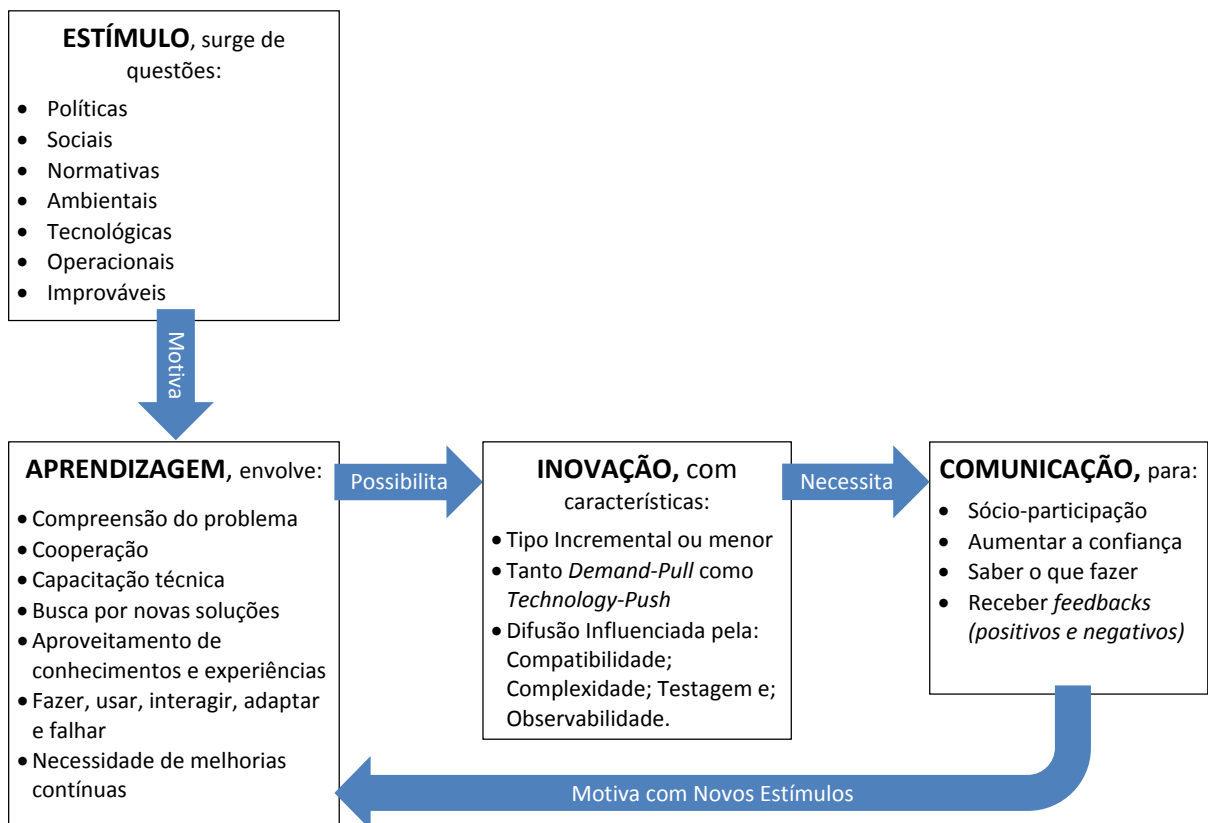
## 6.2 A DINÂMICA EVOLUTIVA: MONTANDO AS PARTES DO QUEBRA-CABEÇAS

Durante o desenvolvimento desta pesquisa foram discutidos e evidenciados alguns aspectos relacionados à dinâmica evolutiva do Plano de Emergência da Central Nuclear Brasileira e à relevância dos processos de aprendizagem organizacional, inovação e comunicação de risco.

Porém, ainda cabe refletir sobre a existência de *interfaces* entre esses processos e reforçar a importância do papel da informação nessa dinâmica de aprimoramento do planejamento de emergência da CNAAB.

Nesse sentido, como forma de tornar mais claro o resultado das discussões e análises realizadas na seção 6.1, foi elaborado um modelo sistematizado, conforme ilustrado na Figura 27, que busca apresentar a perspectiva integradora e complementar dos processos de aprendizagem organizacional, inovação e comunicação de risco, e aspectos desses considerados relevantes no âmbito do planejamento para situações de emergência na Central Nuclear Brasileira.

**Figura 27:** Sistematização da Dinâmica Evolutiva do Plano de Emergência da CNAAB



**Fonte:** Elaborada pelo Autor

Essa sistematização inicia com base em evidências que apontam que o aprimoramento do Plano de Emergência da CNAAA e sua dinâmica evolutiva são influenciados por estímulos que impulsionam e demandam, em algum grau, uma reação do sistema de planejamento de emergência, os quais são motivados por questões de ordem política, social, normativa, ambiental, tecnológico, operacionais ou improváveis, conforme argumentado nas seções 6.1.2.2 e 6.1.2.3.

A necessidade de construir uma resposta a tais estímulos pode motivar atitudes no sentido de uma melhor compreensão do problema e da busca por novos conhecimentos para sua solução, contribuindo para o aumento da capacidade absorptiva das organizações (COHEN; LEVINTHAL, 1990), obtida através das várias dimensões da aprendizagem relacionadas com o fazer, o usar, o interagir, o adaptar e o falhar, discutidas na seção 6.1.1. Esse acúmulo de capacidade absorptiva no âmbito das organizações promove o surgimento de novas ideias e o desenvolvimento de soluções inovadoras, importantes para o processo de melhoria contínua do Plano.

Considera-se essencial observar que o sucesso das iniciativas de aprendizagem e da produção de conhecimentos no âmbito do sistema de emergência é fundamental para o “progresso” (DOSI, 1982) do Plano de Emergência da CNAAA e, nesse aspecto, cabe destacar a importância da interação e cooperação entre os diversos atores envolvidos dadas as características multidisciplinares e sociais relacionadas com o Plano e a necessidade de considerar tanto o aproveitamento de conhecimentos e competências existentes como a prospecção e experimentação de novas alternativas (LEVINTHAL, 1996).

Esse “progresso”, influenciado pelo aprendizado organizacional, possibilita, por vezes, a adoção de inovações no contexto do Plano de Emergência da CNAAA, com caráter fundamentalmente incremental e constituídas, por exemplo, a partir da incorporação de organizações ao sistema de emergência, da adoção de “novos” procedimentos, de adaptações no emprego de recursos já existentes nas organizações ou adquiridos e desenvolvidos como forma de ampliar a capacidade de resposta desse sistema.

Nesta pesquisa os processos de aprendizagem organizacional e de inovação foram discutidos como um fenômeno que tem seu cerne no próprio sistema de emergência, através da atuação das organizações participantes. Por outro lado, considera-se ser necessário para o pleno sucesso da adoção de inovações no sistema de emergência que essas sejam comunicadas para a população, “beneficiária” da nova solução.

Dessa forma, o processo de comunicação de risco, no modelo proposto, acontece no relacionamento, no estabelecimento de fluxos de informação bidirecionais, entre o sistema de emergência e a população potencialmente afetada pela inovação apresentada.

Como resposta às informações recebidas, essa população pode produzir um efeito retroalimentador nessa dinâmica, gerando *feedbacks*, produzindo novos estímulos, demandas, dúvidas, sugestões, propostas e mensagens que seriam transmitidas da população para o sistema de emergência, que podem promover o início de um novo ciclo de busca e acumulação de conhecimentos (LATOURE, 2000).

Por fim, é importante destacar que a dinâmica evolutiva do Plano de Emergência da CNAAA, é caracterizada pelo aumento gradativo do conhecimento e da capacidade absorptiva das organizações participantes (COHEN; LEVINTHAL, 1990), sendo esse reflexo da existência de um contexto multidimensional de aprendizagem, que possibilita a proposição de inovações. Um fator relevante para a adoção e sucesso dessas inovações passa pelo reforço das ações de comunicação e informação dentro do sistema de emergência, particularmente, na relação entre organizações participantes do sistema de emergência e a população envolvida.

## 7 CONCLUSÕES

A conclusão desta pesquisa é uma tarefa quase tão desafiadora quanto iniciá-la, se forem considerados todos os aspectos, complexidades e questões que surgem a partir do tema trabalhado e seus vários desdobramentos observados e possíveis.

Pensando dessa forma, é razoável iniciar dizendo que, mais do que abordar e desvendar questões e propor algumas soluções, esta tese buscou contribuir para a abertura de novas possibilidades de discussão em uma área tão importante e tão pouco explorada sob o ponto de vista acadêmico.

Assim sendo, é esperado que essa tese a partir do desenvolvimento de uma abordagem temática baseada em processos de aprendizagem organizacional, inovação e comunicação de risco, apresente novas perspectivas e contribua para, através de uma melhor compreensão da dinâmica evolutiva do Plano de Emergência da CNAAA, facilitar as discussões relacionadas com a construção e melhoria dos planos de emergência dessa e de outras instalações industriais complexas.

Nesse sentido, acredita-se que este estudo tenha alcançado o seu objetivo principal através da identificação e análise de alguns dos vários aspectos relacionados com a dinâmica de elaboração e aperfeiçoamento da preparação e resposta às situações de emergência na Central Nuclear Brasileira, contribuindo para o desenvolvimento e compreensão de uma perspectiva evolutiva e sistematizada, baseada nos processos de aprendizagem organizacional, inovação e comunicação de risco.

Com o propósito de alcançar o objetivo específico **OE1**, foram examinadas as características do Plano de Emergência da CNAAA através das evidências coletadas durante a pesquisa documental, a participação em reuniões dos comitês de planejamento, a observação de exercício geral de emergência, a realização de entrevistas e aplicação de questionários junto à população local, sendo as mesmas correlacionadas com o aporte teórico-conceitual escolhido, conforme Capítulo 4.

Após percorrer esse caminho, acredita-se que no decorrer deste trabalho tenha sido possível destacar que a dinâmica evolutiva do Plano de Emergência possui um caráter multidisciplinar, multiorganizacional e cooperativo.

Além disso, espera-se que este trabalho contribua para discussões sobre alguns possíveis caminhos para melhorias, particularmente, no que se refere à transformação da

população local em um ator cada vez mais ativo dentro da dinâmica de aprimoramento do planejamento de emergência.

Durante este estudo, visando cumprir o objetivo específico **OE2**, foram identificados os principais atores envolvidos na construção e aprimoramento do Plano de Emergência da CNAAA, considerando as fases de preparação e resposta, sendo eles representados por: órgãos de governo (Federal, Estadual e Municipal), empresas privadas e públicas, organizações internacionais, conforme apontado no Capítulo 3, e a população potencialmente afetada por uma emergência na Central.

Em virtude do estudo tratar de vários aspectos específicos relacionados à emergência nuclear, foi considerado oportuno e necessário aprofundar um pouco mais o conhecimento sobre os atores cuja natureza da sua missão está estrita ou fortemente relacionada às questões de radioproteção e segurança nuclear, sendo esses atores o Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON), a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), conforme seção 2.6.

Outro ator relevante é a população local diretamente envolvida com o Plano de Emergência da CNAAA, que neste estudo foi representada por uma amostra dos moradores e trabalhadores da região da Praia Vermelha, caracterizada na seção 5.3.

Na busca pelo alcance do objetivo específico **OE3**, através da análise do processo de aprendizagem, destacando as ações e métodos utilizados para apropriação do conhecimento, observou-se que o sistema de preparação e resposta à emergência na CNAAA tem a sua espinha dorsal baseada em rotinas, codificadas em planos, normas e procedimentos, e não-codificadas, incorporadas nas práticas de indivíduos e organizações. Essas rotinas e suas modificações ao longo do tempo se estabelecem como “genes” (NELSON; WINTER, 2002) que armazenam informações, memórias desse sistema, preservando o seu passado e possibilitando a repetição de práticas já consolidadas.

A aprendizagem organizacional surge do desenvolvimento (aprender fazendo) e utilização (aprender usando) dessas rotinas que, ao serem aperfeiçoadas, promovem uma importante especialização do conhecimento dentro desse sistema, influenciando a sua trajetória futura (QUEIROZ, 2006), o seu “progresso” (DOSI, 1982).

A trajetória institucionalmente desenvolvida no sistema de emergência da CNAAA possibilitou, com o passar do tempo, a acumulação das experiências e conhecimentos que influenciam a atual dinâmica evolutiva do Plano e promovem o aumento da capacidade

absorviva (COHEN, LEVINTHAL, 1990) das organizações, habilitando-as a dar passos cada vez mais desafiadores.

Por isso, é natural pensar que a proposição de novos avanços no Plano deve ser precedida da avaliação de ações anteriormente realizadas e consolidadas frente às atuais fronteiras tecnológicas (DOSI, 1982), entendidas neste estudo, como o conhecimento vigente sobre técnicas e sua aplicação em produtos, processos e métodos organizacionais (TIGRE, 2006) relacionados com o Plano de Emergência da CNAAA.

A acumulação de conhecimentos (LATOURETTE, 2000) dentro desse sistema, permeado por múltiplas dimensões de aprendizagem que, por vezes, se sobrepõem e se alimentam (ROSEMBERG, 2006), contribui para a prospecção e surgimento de novas possibilidades e ideias.

Tais dimensões da aprendizagem estão presentes na dinâmica evolutiva do Plano de Emergência da CNAAA através do fazer, do usar, do interagir, do adaptar e do falhar, práticas que ressaltam a característica transversal da aprendizagem organizacional dentro desse sistema de planejamento de emergência.

A experimentação de novos cenários, recursos e possibilidades se constitui um fator importante para o equilíbrio entre o aproveitamento das competências existentes e a expansão da atual fronteira do conhecimento dentro desse sistema de emergência (MARCH, 1991).

Talvez, a incorporação de experimentações deliberadas (CANNON; EDMONDSON, 2005) com o intuito de aumentar a probabilidade de ocorrência de falhas dentro dos cenários dos exercícios gerais e parciais do Plano de Emergência da CNAAA seja, em si, um passo desafiador, que exige no mínimo a flexibilização de uma possível cultura do sucesso (SITKIN, 1996), mas que se levada adiante pode se mostrar um caminho promissor para o aprendizado através de falhas de comando, coordenação e operacionais, induzidas deliberadamente em ambientes controlados.

Esse tipo de ação ganha importância se for considerado que ao menos parte do Plano, particularmente no que se refere ao *know-how* (LUNDVALL; JOHNSON, 1994), está incorporado ao sistema na forma de conhecimento tácito (NONAKA; TAKEUCHI, 1997) não codificado, apropriado pelos representantes das organizações participantes dos centros de resposta.

Até certo ponto, essa característica pode ser considerada como natural, visto que a imaginação pode nos conduzir para uma gama relevante de variações e desdobramentos de ações de resposta que podem ser realizadas no decorrer de um acidente nuclear para mitigação de suas consequências, demandando, para cada uma dessas, tomadas de decisão específicas e mobilização de recursos subsequentes.

Codificar todas essas possibilidades, transformando-as em procedimentos, pode ser algo difícil de se fazer e, caso venha a ser feito, talvez seja de difícil consulta durante a evolução do quadro de acidente. Uma possibilidade complementar poderia vir justamente do desenvolvimento de cenários de exercícios cada vez mais desafiadores, promovendo experimentações deliberadas (CANNON; EDMONDSON, 2005) com o intuito de identificar e analisar, em ambientes controlados, a ocorrência de possíveis falhas e, assim, proporcionar maior experiência e acúmulo de conhecimentos nos atores envolvidos.

É também relevante que os conhecimentos adquiridos através dessas práticas sejam compartilhados dentro das organizações e, nesse sentido, passa a ser uma boa prática o incentivo a participação de mais observadores internos das organizações nos exercícios de emergência, os quais podem ter um papel importante na internalização das experiências e conhecimentos sobre as ações do Plano, dentro das suas respectivas organizações.

Durante a pesquisa, foi também alcançado o objetivo específico **OE4** a partir da investigação do tipo de inovação predominante no sistema de emergência da CNAAA e de quais são os fatores relevantes para a sua difusão.

Apesar de evidências apontarem para a existência de uma primeira versão do plano de emergência externo no final da década de 1970, elaborada para atender aos requisitos de licenciamento de Angra I, e terem sido identificados alguns momentos importantes no processo evolucionário do Plano na década de 1980, como a transferência para o Exército da responsabilidade pela evacuação da população do entorno da CNAAA, foi argumentado nesta pesquisa que o paradigma atual do sistema de emergência da CNAAA tem sido estabelecido desde o final da década de 1990, após publicação da Norma Geral no. 6 do SIPRON, da regulamentação do SIPRON, da primeira revisão do PEE/RJ e da criação do COPRON e do COPREN.

O estabelecimento desse paradigma reforça a existência de dois momentos a serem considerados no que se refere às situações de emergência nuclear, a Preparação e a Resposta, como também marca o início de uma nova trajetória constituída por inovações incrementais

que contribuem para que a dinâmica evolutiva do Plano de Emergência da CNAAA aconteça de forma gradual e cumulativa.

As questões de ordem técnica e social relacionadas com a preparação e resposta às situações de emergência na CNAAA, a primeira preocupada mais com aspectos científico-institucionais e a outra com demandas sócio-participativas, permitem a realização de reflexões sobre a dinâmica da difusão de inovações dentro do sistema de emergência da CNAAA e seus fatores indutores.

A partir dos conceitos discutidos por Mowery e Rosemberg (2006), contudo, sem considerar qualquer tipo de aspecto econômico, foi possível perceber que esse sistema, em algum grau, está sendo aprimorado ao longo do tempo através de uma dupla influência, as quais conduzem para discussões sobre o quanto e de que forma as demandas (“*Demand Pull*”) determinam a taxa e a direção das ações de planejamento de emergência e, por outro lado, de que forma a disponibilidade de capacidades e de recursos tecnológicos (“*Technology Push*”) contribuem para a dinâmica evolutiva do planejamento de emergência da Central Nuclear Brasileira.

O objetivo específico **OE5** foi alcançado com a investigação do processo de comunicação de risco do Plano de Emergência da CNAAA, verificando práticas, tipos de canais de comunicação utilizados e fatores que por ventura possam dificultar o estabelecimento efetivo da comunicação.

No decorrer da pesquisa foi possível observar uma trajetória de evolução gradativa no processo de comunicação de risco do Plano de Emergência da CNAAA, com ações sendo realizadas desde a década de 1980.

Essas ações dizem respeito à busca pela ampliação do acesso da população às informações sobre o Plano de Emergência, desenvolvidas através da distribuição de material informativo (calendários, histórias em quadrinhos e outros), da produção de filmes educativos, exposições, realização de reuniões informativas, utilização de veículo com especialistas para perguntas e respostas à população, capacitação de professores e da realização dos exercícios de emergência, de uma forma ampla, também considerados um meio para comunicação com a população.

Apesar de transitarem por esses canais de comunicação informações que fluem, principalmente, das organizações para a população, foi observado que existem momentos em

que as organizações recebem algum tipo de *feedback* da população contendo demandas locais que poderiam ser incorporadas ao Plano.

Também foi identificada a ausência de estrutura e de canais de comunicação formalmente instituídos com o propósito de dar um caráter mais sócio-participativo no desenvolvimento do Plano, algo considerado nesta pesquisa como fundamental para a manutenção e ampliação da confiança da população local.

Para tanto, é importante estabelecer, sistematizar e formalizar pontos de acesso locais, momentos de encontro entre a população leiga e os peritos das organizações participantes do sistema de emergência, onde são estabelecidos compromissos com rosto, necessários mesmo sabendo da possibilidade de ocorrência de tensões entre o ceticismo leigo e a perícia profissional (GIDDENS, 1991).

Esses momentos de encontro poderiam ser formalizados, promovendo a intensificação das visitas e reuniões junto às populações, localizadas a cerca de 5 Km da Central, ou com seus representantes.

Um ponto de partida para esse caminho poderia ser a formalização das reuniões pré e pós Exercício Geral do Plano de Emergência da CNAAA. O primeiro tipo que já tem acontecido, informalmente, buscaria orientar a população sobre o cenário proposto para o exercício e identificar a necessidade de realizar pequenos ajustes na sua dinâmica, em função das sugestões da população local. Já as reuniões pós exercício teriam o objetivo de coletar novas propostas, sanar dúvidas e ouvir reclamações sobre o exercício realizado.

Dessa forma, o término da realização dos exercícios gerais não significaria o “fim” em si, mas o início de uma nova fase de ajustes do Plano, desenvolvidos de forma continuada, tendo como um de seus pilares as reflexões realizadas por intermédio de ações sócio-participativas.

Neste momento, é oportuno reforçar que não foi o objetivo desta tese avaliar ou desenvolver propostas de modelos sócio-participativo associados à gestão de atividades nucleares no País, pois, para isso, considera-se que seria necessário o desenvolvimento de trabalho com esse propósito específico.

Contudo, esta tese se refere ao modelo sócio-participativo francês, que tem como base a criação de Comissões Locais de Informação (CLIs) e da Associação Nacional das Comissões Locais de Informação (ANCLI), não como um modelo ideal para o País, mas como uma

possível fonte de referência para o desenvolvimento de ações sócio-participativas adequadas às especificidades nacionais e da região que abriga a Central Nuclear Brasileira.

Pode ser citado como exemplo o papel de informar e formar indivíduos, desempenhado pelas CLIs e pela ANCLI, que faz com que essas organizações sociais promovam ações relacionadas com a distribuição de material informativo contendo orientações aos moradores sobre o que fazer no caso de uma emergência. Promovem, ainda, viagens de estudos, reuniões e colóquios que acontecem entre as suas assembleias, como forma dos leigos “se formarem” através do acesso a conhecimentos mais específicos (SILVA, 2007).

No modelo Francês, o Estado permanece com a responsabilidade por manter o público informado, mas as CLIs e ANCLI parecem assumir o papel de mediadores dessas atividades, algo que pode ser objeto de reflexão e adequação para a realidade brasileira, criando condições para que organizações sociais (ex: Associação de Moradores) estabeleçam parcerias com os órgãos do sistema de emergência para ações de comunicação e informação, considerando as especificidades e necessidades de cada localidade. Tal cooperação e compartilhamento de responsabilidades é importante, principalmente se considerada uma eventual expansão do Programa Nuclear Brasileiro.

É importante destacar que no decorrer da realização desta pesquisa sobre a dinâmica evolutiva de um plano de emergência nuclear, foi possível perceber parte da diversidade e complexidade dos saberes envolvidos, a gama de organizações participantes, a existência de redes formais e informais de cooperação, a relevância social do tema abordado, entre outros aspectos que apontam para uma riqueza de possibilidades para reflexões futuras.

Foi possível também observar a importância dos processos de aprendizagem organizacional, inovação e comunicação de risco, individualmente e como parte integrante de um modelo sistematizado, que busca reunir e valorizar a participação e cooperação entre o rol de atores envolvidos com o sistema de emergência da CNAAB, no qual se inclui a população potencialmente afetada no caso de uma emergência.

Por fim, espera-se que ao desenvolver e sistematizar uma nova perspectiva para as discussões sobre o aprimoramento da preparação e resposta às situações de emergência em centrais nucleares, o presente trabalho possa contribuir, em algum grau, para a evolução desse tipo de sistema na área nuclear, e em outras áreas com baixa possibilidade de ocorrência de acidentes, mas com impacto eventualmente significativo para a população e o meio ambiente,

quando da sua ocorrência, como é o caso de acidentes em hidrelétricas, indústrias química, do petróleo, dentre outras.

## REFERÊNCIAS

- ABERNATHY, William J.; UTTERBACK, James M. Patterns of industrial innovation, **Technology Review**, June/July, 1978.
- ALBAGLI, Sarita. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? **Ciência da Informação**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 396-404, set./dez. 1996.
- ALMEIDA, Ivan Pedro Salati. **Avaliação de fatores que afetam a eficácia de órgãos reguladores**: uma aplicação ao setor nuclear. 2005. 331 f. Tese (Doutorado em Engenharia Nuclear) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- AMERICAN NUCLEAR SOCIETY – ANS. **Fukushima Daiichi**: ANS Committee Report. Mar. 2012.
- ANDRADE, Ana Maria Ribeiro de. **A opção nuclear**: 50 anos rumo à autonomia. Rio de Janeiro: MAST, 2006. 192p.
- ANDREUZZA, Mário Giussepp Santezzi Bertottelli. O sistema de proteção ao Programa Nuclear Brasileiro. In: INTERNATIONAL CONFERENCE GOIANIA TEN YEARS LATER, 24-31 Out. 1997, Goiânia. Conferência Internacional Goiânia 10 anos depois. Vienna: IAEA. Dept. Nuclear Safety, 1998. p. 1-6.
- ARROW, Kenneth J. The economic implications of learning by doing. **Review of Economic Studies**, v.29, n.3, p. 155-173, 1962.
- BABBIE, E. **Métodos de pesquisa de survey**. Tradução de Guilherme Cezarino. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2003.
- BARRETO, Aldo de Albuquerque. A questão da informação. **Revista São Paulo em Perspectiva**. v.8, n.4, 1994. Disponível em: <<http://sites.google.com/site/joelcienciainformacao/questao.informao.pdf>>. Acesso em: 1 out. 2014.
- BAUDÉ, S.; GADBOIS, G.; HÉRIAARD DUBREUIL, G.; TRAVERT-LAVELLE, I. Local Liaison Committees and National Association of Local Liaison Committees: the french experience. REPORT D2-3/B – Final Research Briefs 1. European Commisision. Jan. 2009. Disponível em: <[http://www.cowam.com/IMG/pdf\\_D1-9\\_FINAL\\_ROM\\_ENG.pdf](http://www.cowam.com/IMG/pdf_D1-9_FINAL_ROM_ENG.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2014.
- BECK, Ulrich. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. São Paulo: Ed. 34, 2010, 384p.
- BELKIN, Nicholas. J.; ROBERTSON, Stephen E. Information Science and the phenomenon of information. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 27, n. 4, p. 197-204, July/Aug., 1976.
- BRASIL. Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Programas mobilizadores em áreas estratégicas – Energia Nuclear**. Disponível em:

<[http://www.pdp.gov.br/Relatorios%20de%20Programas/Agenda%20de%20a%C3%A7%C3%A3o%20original\\_EnergiaNuclear\\_com.pdf](http://www.pdp.gov.br/Relatorios%20de%20Programas/Agenda%20de%20a%C3%A7%C3%A3o%20original_EnergiaNuclear_com.pdf)>. Acesso em: 24 maio 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME; EPE, 2007. 408 p.

\_\_\_\_\_. Geração Termonuclear. In: PLANO NACIONAL DE ENERGIA 2030. Brasília, 2007a, v. 7. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/PNE/20080512\\_7.pdf](http://www.epe.gov.br/PNE/20080512_7.pdf)>. Acesso em: 24 maio 2013.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Plano de emergência complementar** – Angra (PEC/1º DN). Rio de Janeiro, mar. 2013a.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Plano de emergência complementar** – Angra (PEC/1º DN). Rio de Janeiro, mar. 2012.

BUSH, Vannevar. **Science, the endless frontier**. A report to the president by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development. Washington: United States Government Printing Office, 1945.

CAMARGO, Guilherme. **O fogo dos deuses**: uma história da energia nuclear: Pandora 600a.C. – 1970. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007. 344p.

CANNON, Mark D.; EDMONDSON, Amy C. Failing to learn and learning to fail (Intelligently): how great organizations put failure to work to innovate and improve. **Long Range Planning**, n.38, p.299-319, 2005.

CAPURRO, Rafael; HJØRLAND, Birger. O conceito de informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.12, n.1, p.148-207, jan./abr. 2007.

CARDOSO, Eliezer de Moura. **Apostila educativa**: radioatividade. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/radio.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2014.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Estudo da cadeia de suprimento do Programa Nuclear Brasileiro**: relatório parcial - irradiadores e aplicações. Brasília, nov. 2010.

COCCIA, Mario. **Classifications of innovations**: survey and future directions. Ceris-Cnr, W.P. N° 2/2006. 22 p. Disponível em: <[http://www.ceris.cnr.it/ceris/workingpaper/2006/WP\\_2\\_06\\_COCCIA\\_NEW.pdf](http://www.ceris.cnr.it/ceris/workingpaper/2006/WP_2_06_COCCIA_NEW.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2013.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation. v. 35, n.1, p. 128-152, mar. 1990.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO DO PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO - CAPNB. **Avaliação do Programa Nuclear Brasileiro**: relatório ao Presidente da República. Brasília, 1986. v.1, 68 p.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR – CNEN. **Relatório de gestão do exercício de 2012**. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. **Diretrizes básicas de proteção radiológica**. Rio de Janeiro, set. 2011. (CNEN-NN-3.01).

\_\_\_\_\_. **Licenciamento de instalações nucleares**. Rio de Janeiro, dez. 2002. (CNEN-NE-1.04).

\_\_\_\_\_. **Segurança na operação de usinas nucleoeletricas**. Rio de Janeiro, out. 1997 (CNEN-NE-1.26).

\_\_\_\_\_. **Critérios básicos para o estabelecimento de diretrizes de planejamento das ações de proteção da população em situações de emergência na CNAEA-1**. Rio de Janeiro, nov. 1993.

COMITÊ DE PLANEJAMENTO DE RESPOSTA A SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA NUCLEAR NO MUNICÍPIO DE ANGRA DOS REIS - COPREN/AR. **Manual do exercício geral de resposta à emergência nuclear - Angra 2013**. Brasília: SIPRON, 2013.

DAVENPORT, Thomas H. **Reengenharia de processos**: como inovar na empresa através da tecnologia da informação. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

DAVID, Paul. Clio and economics of QWERTY. **The American Economic Review**, v.75, n.2, Papers and Proceedings of the Ninety Seventh Annual Meeting of The American Economic Association, p. 332-337, may. 1985.

\_\_\_\_\_. Path dependence, its critics and the quest for “historical economics”. In: GARROUSTE, Pierre; IOANNIDES, Stavros (Ed.). **Evolution and path dependence in economic ideas**: past and present. Cheltenham, England: Edward Elgar Publishing, 2000.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories: a suggest interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v.11, n. 3, p.147-162, 1982.

\_\_\_\_\_. Perspective on evolutionary theory. **Science and Public Policy**, v. 18, n. 6, p. 353-369, 1991.

ELETRONUCLEAR. **Relatório de Impacto Ambiental - RIMA: Usina Angra 2**. Rio de Janeiro, jul. 1998. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/Saibamais/Licenciamento/RIMAdAngra2.aspx>>. Acesso em: 05 fev. 2014.

\_\_\_\_\_. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto.** Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/hotsites/eia/index.html>>. Acesso em: 11 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. **Plano de emergência local para as Unidades 1 e 2 da CNAAA.** Revisão 7, Rio de Janeiro, dez. 2013.

\_\_\_\_\_. **Critérios de segurança adotados para as usinas nucleares, Angra 1, Angra 2 e Angra 3,** Rio de Janeiro, maio 2011. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/LinkClick.aspx?fileticket=Du9hc2fTMpk%3D&tabid=117>>. Acesso em: 10 set. 2014.

FIOL, C. Marlene; LYLES, Marjorie A. Organization learning. **The Academy of Management Review**, v.10, n.4, p.803-813, Oct. 1985.

FISCHER, David. **History of the international atomic energy agency: the first forty years.** Vienna: IAEA, 1997.

FISCHHOFF, Baruch; WATSON, Stephen R.; HOPE, Chris. Defining Risk. **Policy Sciences**, Amsterdam, v.17, p.123-139, 1984.

FREEMAN, Chris. **The economics of hope.** New York: Pinter Publishers, 1992.

\_\_\_\_\_. The economics of technical change. **Cambridge Journal of Economics**, v.18, p.463-514, 1994.

FREEMAN, Chris; SOETE, Luc. The economics of industrial innovation. 3. ed. Massachusetts: MIT Press, 1997.

FREEMAN, Chris; PEREZ, Carlota. Structural crises of adjustment, business cycles, and investment behavior. In: DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G., SOETE, L. (Ed.), **Technical change and economic theory.** London: Pinter, 1988, p. 38-66.

GIDDENS, Anthony. **As consequências da modernidade.** São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1991.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

GONÇALVES, Odair Dias; ALMEIDA, Ivan Pedro Salati de. A energia nuclear e seus usos na sociedade. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 220, p. 36-44, out. 2005.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, Nélica. As relações entre ciência, estado e sociedade: um domínio de visibilidade para as questões da informação. **Ciência da Informação**, v. 32, n. 1, p. 60-76, jan./abr. 2003.

GUIMARÃES, Leonam dos Santos; MATTOS, João Roberto Loureiro de. **Energia nuclear e sustentabilidade.** São Paulo: Blucher, 2010. (Série Sustentabilidade, 10).

HALL, Bronwyn H. Innovation and diffusion. NBERworking Paper n. 10212, jan. 2004. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w10212.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2014.

HAYES, R. M. Measurement of information. In: VAKKARI, P., CRONIN, B. **Conceptions of Library and Information Science; historical, empirical and theoretical perspectives**. London, Proceedings. Tampere, Finland, 26-28, August 1991. Los Angeles, Taylor Graham, 1992, p. 268-285.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL - INB. **Site institucional**. Disponível em: <<http://www.inb.gov.br/>>. Acesso em: 28 maio 2013.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY - IAEA. **IAEA international fact finding expert mission of the nuclear accident following the great East Japan Earthquake and Tsunami: Preliminary Summary**. Vienna, 2011. Disponível em: <<http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/missionsummary010611.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2013.

\_\_\_\_\_. **International Conference**. 2005, Vienna. Chernobyl: Looking back to go forward. Vienna: IAEA, 2008. 246 p. Disponível em: <[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1312\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1312_web.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2014.

\_\_\_\_\_. **Preparedness and response for a nuclear or radiological emergency**. Vienna, 2002. (IAEA Safety Standards Series No. GS-R-2). Disponível em: <[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1133\\_scr.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1133_scr.pdf)>. Acesso em: 27 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. **Report of the OSART mission to the Angra 2 Nuclear Power Plant – Brazil**, 12-31 Oct. 2002. (TC Project BRA/9/054).

\_\_\_\_\_. **Operational safety of nuclear installations – Brazil – OSART Mission**, 10 mar. 1989. (IAEA-NENS/OSART/89/22, 20 February).

KASPERSON, Roger E.; KASPERSON, Jeanne X. Considerations and principles for risk communication for industrial accidents. In: KASPERSON, J. X.; KASPERSON, R. E. **The social contours of risk: publics, risk communication and the social amplification of risk**. London, 2005, v.1, p. 68-94.

KATZ, Jorge. **Importación de tecnología, aprendizaje local y industrialización dependiente**. México: Fondo de Cultura Económica, 1972. 436 p.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.

LATOURETTE, Bruno. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora Unesp, 2000.

LEGEY, Liz-Rejane Issberner. **Adoção e difusão de tecnologias de informação e comunicação: o mercado de EDI no Brasil**. 1998. Tese (D.Sc.), COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

LEVINTHAL, Daniel. Learning and schumpeterian dynamics. In: DOSI, G.; MALERBA, F. (Ed.). **Organization and strategy in the evolution of the enterprise**. Londres: Macmillan, 1996, p. 27-41.

LEVINTHAL, Daniel; MARCH, James G. A model of adaptive organizational search. **Journal of Economic Behavior and Organization**. p. 307-333, 1982.

LEVITT, Barbara; MARCH, James G. Organizational Learning. **Annual Reviews of Sociology**, v.14, p. 319-338, 1988.

LUNDEVALL, Bengt-Åke. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (Ed.). **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1988, p. 349-369.

LUNDEVALL, Bengt-Åke; JOHNSON, Björn. The learning economy. **Journal of Industry Studies**, v.1, n.2, p. 23-42, 1994.

\_\_\_\_\_. **The social dimension of the learning economy**. Aalborg, 1996, DRUID Working Paper, n.96-1.

\_\_\_\_\_. **Product innovation and user-producer interaction**. Aalborg: Aalborg University Press, 1985. (Industrial Research Series, 31).

\_\_\_\_\_. **The economics of knowledge**. Aalborg: Aalborg University, nov. 2003. Disponível em: <[https://smartech.gatech.edu/jspui/bitstream/1853/43152/1/BengtAkeLundvall\\_1.pdf](https://smartech.gatech.edu/jspui/bitstream/1853/43152/1/BengtAkeLundvall_1.pdf)>. Acesso em: 6 ago. 2014.

\_\_\_\_\_. Interactive learning, social capital and economic performance. **Advancing Knowledge and the Knowledge Economy Conference**. Washington, jan., 2005

MACIEL, Maria Lucia. Ciência, tecnologia e inovação: a relação entre conhecimento e desenvolvimento. **BIB**, São Paulo, n. 54, p. 67-80, 2002.

MAIDIQUE, Modesto A.; ZIRGER, Billie Jo. The new product learning cycle. **Research Policy**, v.14, n.6, p. 299-313, Dec. 1985.

MALERBA, Franco. Learning by firms and incremental technical change. **Economic Journal**, v. 102, n. 413, p. 845-859, 1992.

MALERBA, Franco; TORRISINI, Salvatore. Internal capabilities and external networks in innovative activities. Evidence from the software industry. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 2, p.49-71, 1992.

MARCH, James G. Exploration and exploitation. **Organization Science**, v.2, n.1, p.71-87, 1991.

MARQUES, Adilson Lima; GERALDO, Luiz Paulo; SANTOS, Wladimir dos. Níveis de radioatividade natural decorrente do radônio no Complexo Rochoso da Serra de São Vicente,

SP. **Radiologia Brasileira**, v.39, n.3, p. 215-218, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-39842006000300012>>. Acesso em: 16 out. 2014.

MOWERY, David C.; ROSEMBERG, Nathan. A influência da demanda de mercado nas inovações: uma revisão crítica de alguns estudos empíricos recentes. In: ROSEMBERG, Nathan. **Por dentro da caixa preta: tecnologia e economia**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006. p.289-360 (Tradução de: Inside the Black Box - Technology and Economics. Cambridge: Cambridge University Press, 1982).

NATIONAL DIET OF JAPAN FUKUSHIMA NUCLEAR ACCIDENT INDEPENDENT INVESTIGATION COMMISSION – NAIIC. **Report**. Executive summary. Japan, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Improving risk communication**. Washington, DC: National Academy Press, 1989.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. In search of useful theory of innovation. **Research Policy**, v.6, n.1, p.36–76, 1977.

\_\_\_\_\_. Evolutionary theorizing in economics. **Journal of Economic Perspectives**. v. 16, n. 2, p. 23-46, Spring 2002.

NEMET, Gregory F. Demand-pull, technology-push, and government-led incentives for non-incremental technical change. **Research Policy**, v.38, p.700–709, 2009.

NERI, Marcelo Côrtes (Coord.). A nova classe média: o lado brilhante dos pobres, Rio de Janeiro: FGV/CPS, 2010. Disponível em: <[http://www.cps.fgv.br/ibrecps/ncm2010/NCM\\_Pesquisa\\_FORMATADA.pdf](http://www.cps.fgv.br/ibrecps/ncm2010/NCM_Pesquisa_FORMATADA.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2014.

NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. Criação do conhecimento na empresa. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

OKUNO, Emico; YOSHIMURA, Elisabeth Mateus. **Física das radiações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 291p.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OCDE. **Manual de Oslo**: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. 2005. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/imprensa/sala\\_imprensa/oslo2.pdf](http://www.finep.gov.br/imprensa/sala_imprensa/oslo2.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2013.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO; Agência de Energia Nuclear – OCDE/AEN. **Nuclear energy today**. 2. ed. 2012. (NEA n. 6885). Disponível em: <<http://www.oecd-nea.org/pub/nuclearenergytoday/6885-nuclear-energy-today.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. **Nuclear energy and the Kyoto Protocol**. 2002. (NEA n. 3808). Disponível em: <<http://www.nea.fr/html/ndd/reports/2002/nea3808-kyoto.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2013.

PALENCHAR, Michael J. Historical trends of risk and crisis communication. In: HEATH, Robert, L.; O’HAIR, H. Dan. **Handbook of risk and crisis communication**. New York: Routledge, 2009, cap. 2, p.31-52.

PAVITT, Keith. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v.13, p. 343-373, 1984.

PAVITT, Keith; STEINMUELLER, W. Edward. **Technology in corporate strategy: change, continuity, and the information revolution**. Brighton: University of Sussex, 1999. Electronic Working Papers Series, n. 38.

PEACHEY, Caroline. Is stuxnet a threat to NPPs? **Nuclear Engineering International**, 2011. Disponível em: <<http://www.neimagazine.com/features/featureis-stuxnet-a-threat-to-npps->>. Acesso em: 4 jun. 2013.

PINHEIRO, Lena Vania Ribeiro. **Ciência da Informação entre sombra e luz: domínio epistemológico e campo interdisciplinar**. 1997. 278 f. Tese (Comunicação e Cultura), UFRJ/ECO, Rio de Janeiro, 1997.

QUEIROZ, Sérgio. Aprendizado tecnológico. In: SZMRECSÁNYI, T; PELAEZ, V. **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo, Editora Hucitec, 2006. p. 193-211.

ROGERS, Everett M. **Diffusion of innovations**. 5. ed., New York: Free Press, 2003.

ROPEIK, David. Risk communication: more than facts and feelings. **IAEA Bulletin**, v. 50, n. 1, p. 58-60, 2008. Disponível em: <<http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull501/50107295860.pdf>> Acesso em: 12 ago. 2013.

ROSEMBERG, Nathan. **Por dentro da caixa preta: tecnologia e economia**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006. (Tradução de: Inside the Black Box - Technology and Economics. Cambridge: Cambridge University Press, 1982).

SANDMAN. Peter M. Tell it like it is. **IAEA Bulletin**, v. 47, n. 2, p. 9-13, Mar., 2006. Disponível em: <<http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull472/pdfs/tmi.pdf>> Acesso em: 17 out. 2014

SCHOEMAKER, Paul J. H.; MARAIS, Laurentius M. Technological innovation and firm inertia. In: DOSI, G.; MALERBA, F. (Ed.). **Organization and strategy in the evolution of the enterprise**. Londres: Macmilan, 1996. p. 179-205.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Defesa Civil – SEDEC. **Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ): para caso de emergência nuclear nas instalações da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAEA)**. 5. rev., Rio de Janeiro, 2013. 72 p.

\_\_\_\_\_. **Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro**, em Caso de Emergência Nuclear nas Instalações da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). 3. rev., Rio de Janeiro, 1999. 43 p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado de Saúde e Defesa Civil – SESDEC. **Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ)**: para caso de Emergência Nuclear nas Instalações da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). 4. rev., Rio de Janeiro, 2008. 67 p.

\_\_\_\_\_. Secretaria Estadual de Segurança Pública – SSP/RJ. **Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro**, em Caso de Emergência Nuclear nas Instalações da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Unidade I (CNAAA/1). 1. rev., Rio de Janeiro, 1997. 42 p.

SENGE, Peter M. **A quinta disciplina**: arte, teoria e prática da organização de aprendizagem. São Paulo: Best Seller, 1990. 352p.

SHANNON, Claude Elwood. A mathematical theory of communication. **The Bell System Technical Journal**, v. 27, p. 379–423, July, 1948.

SHERA, Jesse H.; CLEVELAND, Donald B. History and foundations of information Science. **Annual Review of Information Science and Technology**, v. 12, p. 249-275, 1977.

SILVA, Gláucia. **Angra I e a melancolia de uma era**. Um estudo sobre a construção social do risco. Niterói: EdUFF, 1999.

\_\_\_\_\_. A (di)gestão do risco nuclear na França: o caso das Comissões Locais de Informação. **Mana**, v.13, n.2, p. 441-470, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-93132007000200006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-93132007000200006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 18 set. 2014.

\_\_\_\_\_. Expertise e participação da população em contexto de risco nuclear: democracia e licenciamento ambiental de Angra 3. **DADOS – Revista de Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, v. 52, n. 3, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0011-52582009000300007>>. Acesso em: 5 ago. 2013.

SISTEMA DE PROTEÇÃO AO PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO - SIPRON. **Site Institucional**. Disponível em: <<http://sipron.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 21 ago. 2013.

SITKIN, Sim B. Learning through failure: the strategy of small losses. In: COHEN, M. D.; SPROULL, L. S. (Ed.) **Organizational learning**. Thousand Oaks, CA: Sage, 1996. p. 541-578.

SLOVIC, Paul. Perception of risk: reflections on the psychometric paradigm. In: KRIMSKY, S.; GOLDING, D. **Social theories of risk**. New York: Praeger, 1992. p. 117-152.

SOUZA JUNIOR, Moacyr Duarte de. **Planejamentos de emergência para catástrofes tecnológicas**: o caso de Angra dos Reis. 1990. 225 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Nuclear e Planejamento Energético) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

TEECE, David J. Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. **Research Policy**, v. 15, n. 6, p. 285-305, 1986.

TIDD, Joe; BESSANT, John; PAVITT, Keith. **Managing innovation: integrating technological market and organizational change**. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2005.

TIGRE, Paulo Bastos. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 282 p.

\_\_\_\_\_. Inovações e teorias da firma em três paradigmas. **Revista de Economia Contemporânea**, n. 3, p. 67-111, jan./jun. 1998. Disponível em: <[http://www.ie.ufrj.br/oldroot/hpp/intranet/pdfs/inovacao\\_e\\_teorias\\_da\\_firma\\_em\\_tres\\_paradigmatigrepaulotigre.pdf](http://www.ie.ufrj.br/oldroot/hpp/intranet/pdfs/inovacao_e_teorias_da_firma_em_tres_paradigmatigrepaulotigre.pdf)>. Acesso em: 3 ago. 2012.

TRIVINÓS, Augusto. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION - USNRC. **Effective risk communication: the nuclear regulatory commission's guidelines for internal risk Communication**. Jan. 2004. (NUREG/BR-0308, Guidance Document). Disponível em: <<http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/brochures/br0308/br0308.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2013.

VEYRET, Yvette. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

WEINSTEIN, Art. **Superior customer value in the new economy: concepts and cases**, 2. ed. CRC Press, 2004. 456 p.

WORLD ENERGY COUNCIL – WEC. **World energy perspective: nuclear energy one year after Fukushima**. Londres: WEC, 2011. Disponível em: <[http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB\\_world\\_energy\\_perspective\\_nuclear\\_energy\\_one\\_year\\_after\\_fukushima\\_2012\\_WEC.pdf](http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_world_energy_perspective_nuclear_energy_one_year_after_fukushima_2012_WEC.pdf)>. Acesso em: 4 jun. 2013.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## APÊNDICE A – Roteiro de Entrevista Semiestruturada aplicada aos membros de Organizações Participantes do Plano de Emergência da CNAAA

### DADOS DEMOGRÁFICOS

---

Nome: \_\_\_\_\_

Organização: \_\_\_\_\_

Função: \_\_\_\_\_

Área de Atuação: \_\_\_\_\_

Vive ou trabalha em Angra dos Reis: (**SIM** / **NÃO**)

Se sim, vive ou trabalha a quantos quilômetros da CNAAA: \_\_\_\_\_ Km

Participa das ações do Plano de Emergência da CNAAA a: \_\_\_\_\_ anos

Já participou dos Exercícios **Gerais** do Plano de Emergência: \_\_\_\_\_ vezes

### QUESTÕES ESPECÍFICAS

---

Com o objetivo de melhor compreender o processo de aprimoramento da preparação e resposta a situações de emergência na CNAAA, as questões abaixo foram agrupadas considerando três processos: Aprendizagem, Inovação e Comunicação.

É importante que tais questões sejam respondidas considerando o conjunto dos Planos de Emergência e suas respectivas ações e que, sempre que possível, a resposta seja relacionada com ações previstas e executadas na localidade da Praia Vermelha.

#### I - APRENDIZAGEM

- 1) Você considera que o plano de emergência tem sido aprimorado ao longo do tempo? De que forma?
- 2) Você considera que o aprimoramento do Plano de Emergência é, em grande parte, resultado do aumento do conhecimento das organizações sob o ponto de vista da aprendizagem técnica e das características da população local? (**SIM** / **NÃO**) Se sim, como esse conhecimento é incorporado ao Plano?
- 3) De que forma a sua organização se capacita tecnicamente para atuar nas atividades relacionadas com uma eventual emergência nuclear na CNAAA?

- 4) De que forma a sua organização aprende sobre as características da população envolvida com o Plano de Emergência, em especial na comunidade da Praia Vermelha?
- 5) Os Exercícios Gerais do Plano de Emergência contribuem para que os integrantes de sua organização façam sugestões de melhoria do Plano?
- 6) Você acredita que exista troca de experiências e conhecimentos entre as organizações participantes do plano de emergência? **(SIM / NÃO)** Se sim, como essa troca acontece? Pode ser aprimorada?

## **II - INOVAÇÃO**

- 7) Você considera que os exercícios de evacuação da população pelo mar, abrigagem e distribuição de pastilhas de iodeto de potássio foram novidades importantes apresentadas nos últimos exercícios? **(SIM / NÃO)** Se sim, você considera que esses são exemplos de um processo incremental ou radical de melhoria do Plano?
- 8) Você considera ser importante que ao longo do tempo sejam incorporados ao Plano novas organizações, equipamentos e procedimentos? Se sim, por quê?
- 9) Para você, as organizações participantes do sistema de emergência deveriam buscar novas formas de atuação e de aproximação com a população local? **(SIM / NÃO)** Se sim, poderia citar exemplos?
- 10) De uma forma geral, você considera que a incorporação de novos elementos (recursos, organizações, entre outros) e modificações no Plano devem ser realizadas de forma lenta e gradativa ou com maior velocidade e intensidade? Por quê?
- 11) A população, em particular da Praia Vermelha, já fez sugestões de melhorias para o aperfeiçoamento do Plano? **(SIM / NÃO)** Quais?
- 12) Você considera que a população local poderia ou deveria propor melhorias para as ações do Plano de Emergência relacionadas com a sua localidade? **(SIM / NÃO)** Se sim, por quê?

## **III - COMUNICAÇÃO DE RISCO**

- 13) De uma forma geral, você acredita que a população já tenha informações suficientes sobre quais ações devem ser realizadas na eventualidade de uma emergência nuclear? **(SIM / NÃO)** Se sim, pode explicar?

- 14) Antes da realização dos exercícios de emergência, a população de cada localidade envolvida é comunicada antecipadamente sobre quais serão as atividades previstas para sua localidade (por exemplo, quais procedimentos serão exercitados e de que forma)? Como?
- 15) É importante que a população seja comunicada antecipadamente sobre quais serão as atividades do exercício realizadas na sua localidade? Por quê?
- 16) O quanto as campanhas de comunicação (palestras, distribuição de material informativo etc) e a realização dos exercícios de emergência aumentam a confiança da população nas organizações que participam do plano de emergência? Por quê?
- 17) Após a realização do exercício de emergência a população é consultada sobre quais pontos poderiam ser melhorados? Se sim, como é realizada essa consulta? Qual é o segmento da população é mais atuante?
- 18) Você acredita que, comparando com o passado, a população tem hoje uma percepção mais realista sobre os eventuais riscos de viver ou trabalhar próximo a CNAAA? Por quê?

Informações Complementares:

**APÊNDICE B** – Formulário aplicado à População da Praia Vermelha / Angra dos Reis**DADOS DEMOGRÁFICOS**

Nome (Opcional): \_\_\_\_\_

Sexo: (**Masculino** / **Feminino**)

Idade: \_\_\_\_\_ anos

Vínculo com a Localidade da Praia Vermelha: (**Reside** / **Trabalha**)

Reside / trabalha a quanto tempo na Praia Vermelha: \_\_\_\_\_ anos

Atividade profissional: \_\_\_\_\_

Você conhece o Plano de Emergência da Central Nuclear: (**SIM** / **NÃO**)Já participou dos exercícios de emergência: (**SIM** / **NÃO**).

Se sim, quantas vezes? \_\_\_\_\_

**QUESTÕES ESPECÍFICAS**

Avalie as questões abaixo e responda, considerando uma escala de 1 a 5, em que 1 é o pior valor e 5 é o melhor.

1) Como avalia o seu conhecimento sobre as ações previstas no Plano de Emergência?

1	2	3	4	5	Não sei Informar

2) Como avalia o grau de conhecimento técnico das organizações que atuam nas ações de emergência previstas para sua localidade?

1	2	3	4	5	Não sei Informar

3) Você considera que os exercícios de evacuação da população pelo mar, abrigagem e distribuição de pastilhas de iodeto de potássio foram novidades importantes apresentadas nos últimos exercícios?

1	2	3	4	5	Não sei Informar

4) Você gostaria de apresentar propostas de melhorias para as ações do Plano de Emergência previstas para a sua localidade?

1	2	3	4	5	Não sei Informar

- 5) Você recebe informações suficientes sobre quais ações deve realizar no caso de uma emergência nuclear?

1	2	3	4	5	Não sei Informar

- 6) Antes da realização dos exercícios de emergência, você tem observado se a população é comunicada sobre quais serão as atividades previstas para sua localidade (por exemplo, quais procedimentos serão exercitados e de que forma)?

1	2	3	4	5	Não sei Informar

- 7) Você já observou se após a realização do exercício de emergência a população é consultada sobre quais pontos poderiam ser melhorados?

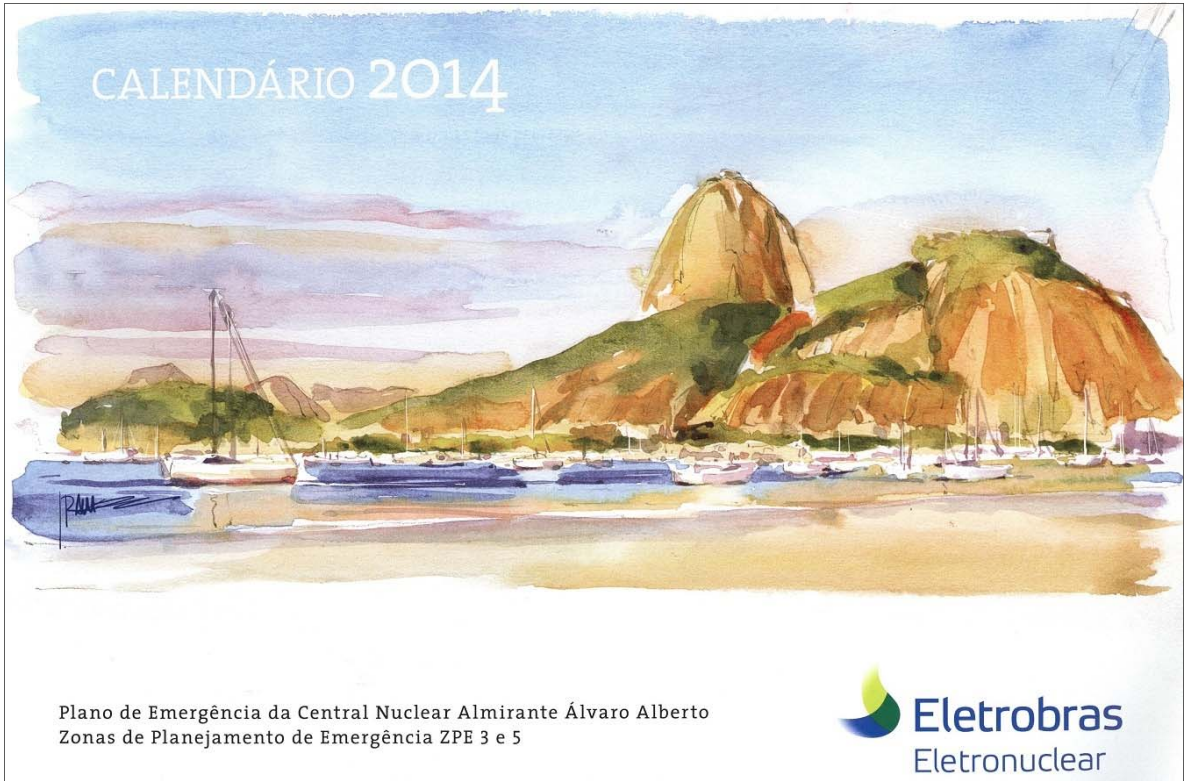
1	2	3	4	5	Não sei Informar

- 8) Para você em que grau a sensação de risco de viver ou trabalhar próximo a Central Nuclear reduziu ao longo do tempo?

1	2	3	4	5	Não sei Informar	Nunca Teve Medo

Informações Complementares:

**ANEXO A – Parte do Calendário 2014: Plano de Emergência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto / Zona de Planejamento de Emergência ZPE 3 e 5**



## JANEIRO

D	S	T	Q	Q	S	S
29	30	31	01	02	03	04
05	06	07	08	09	10 TESTE DA SIRENE	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

## FEVEREIRO

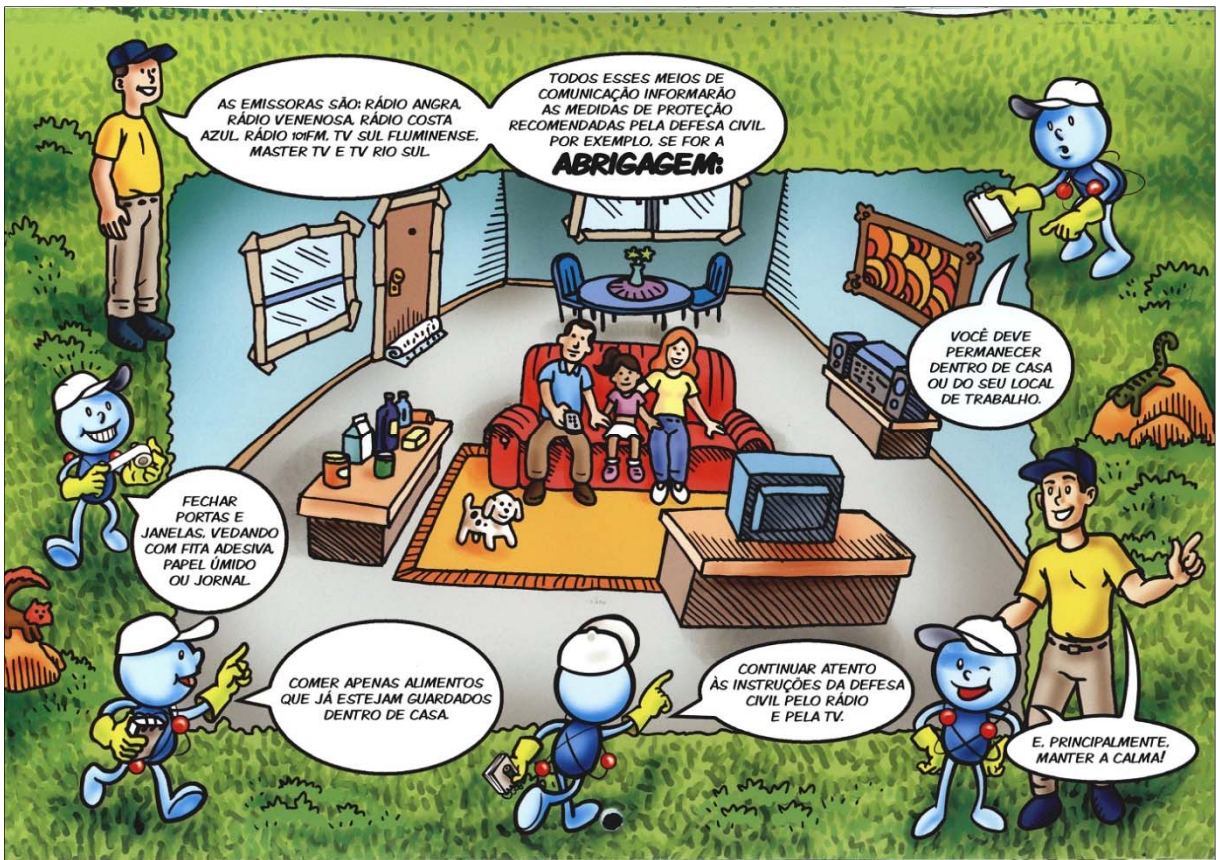
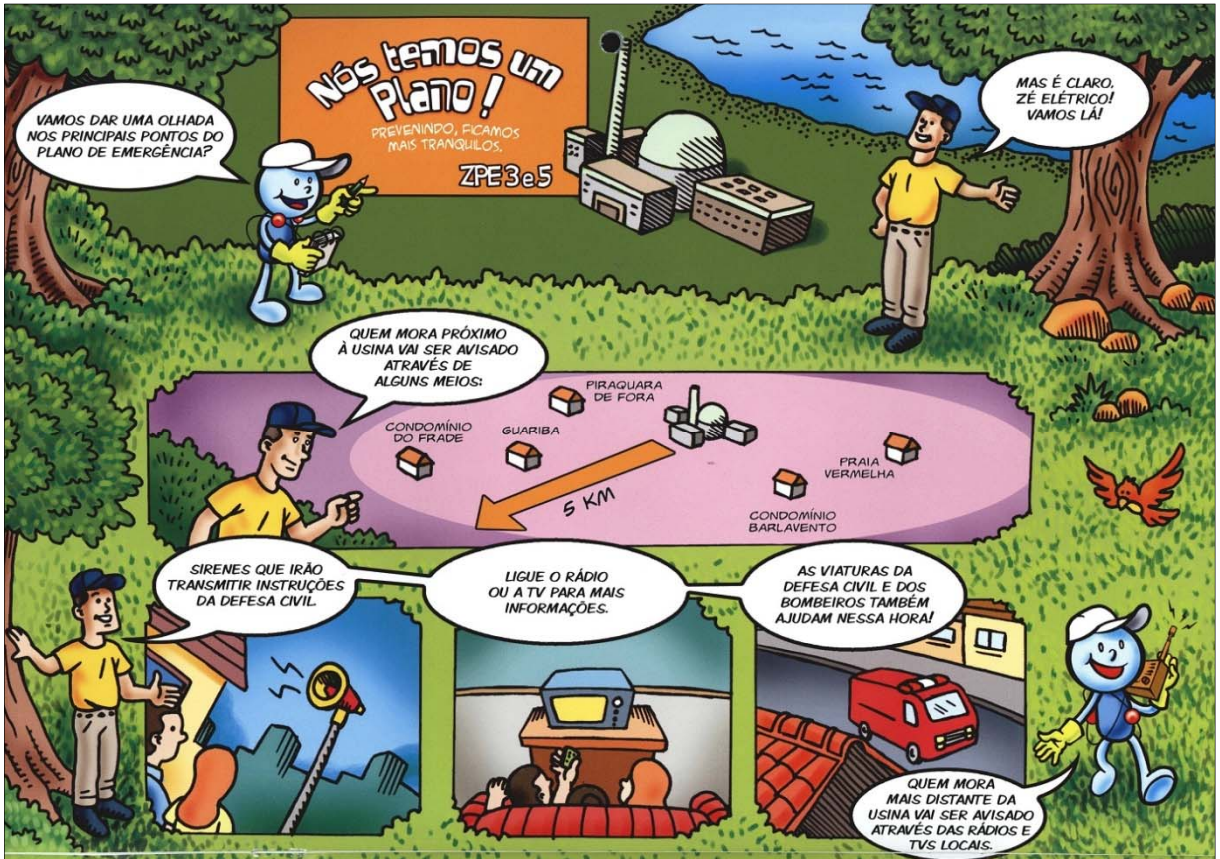
D	S	T	Q	Q	S	S
26	27	28	29	30	31	01
02	03	04	05	06	07	08
09	10 TESTE DA SIRENE	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	

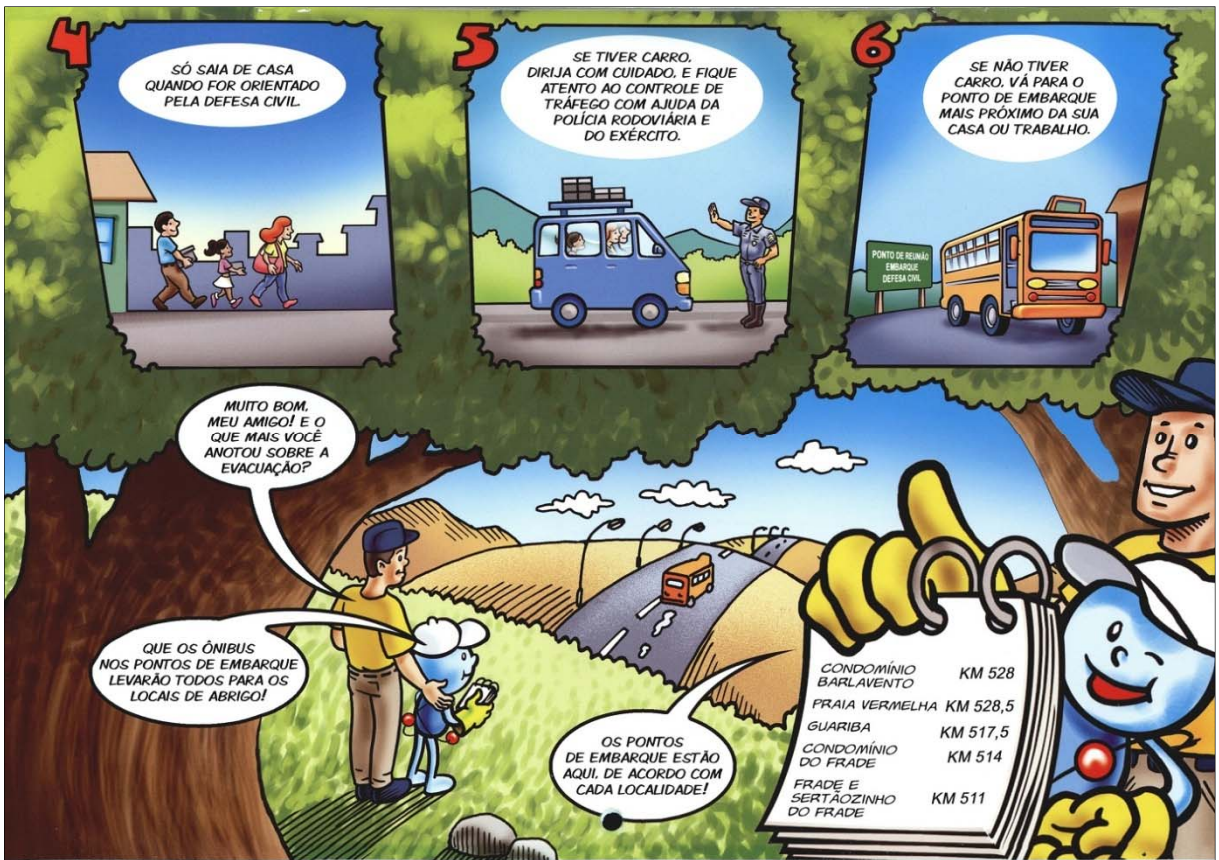
© Confraternização Universal

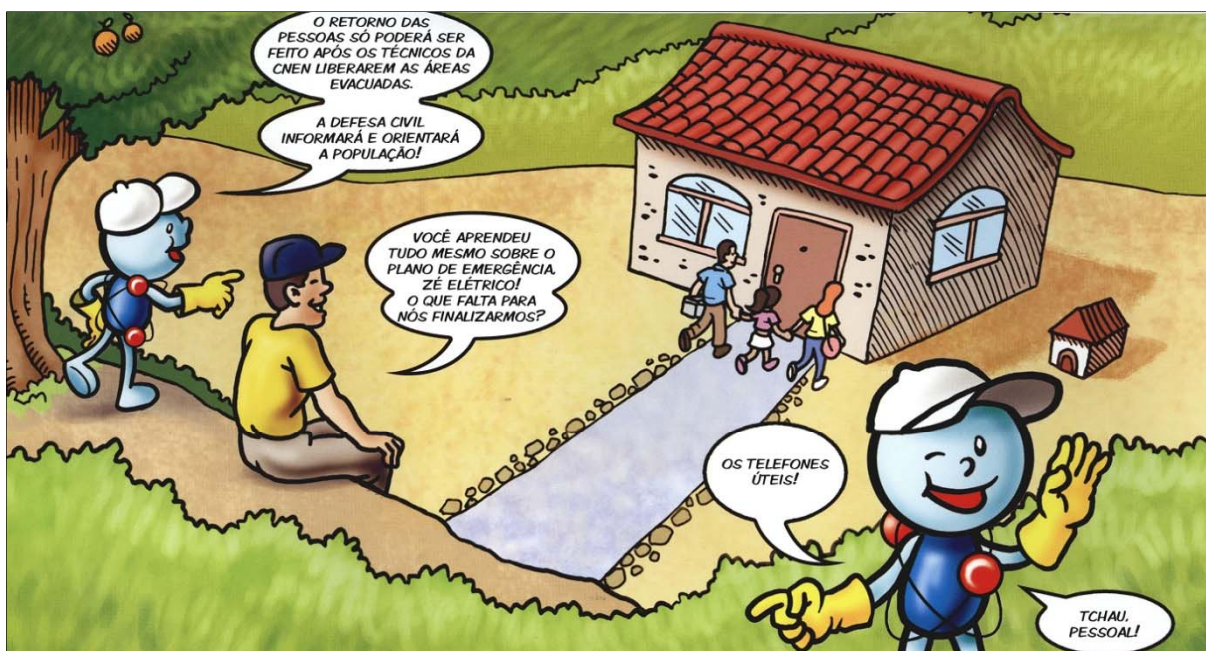
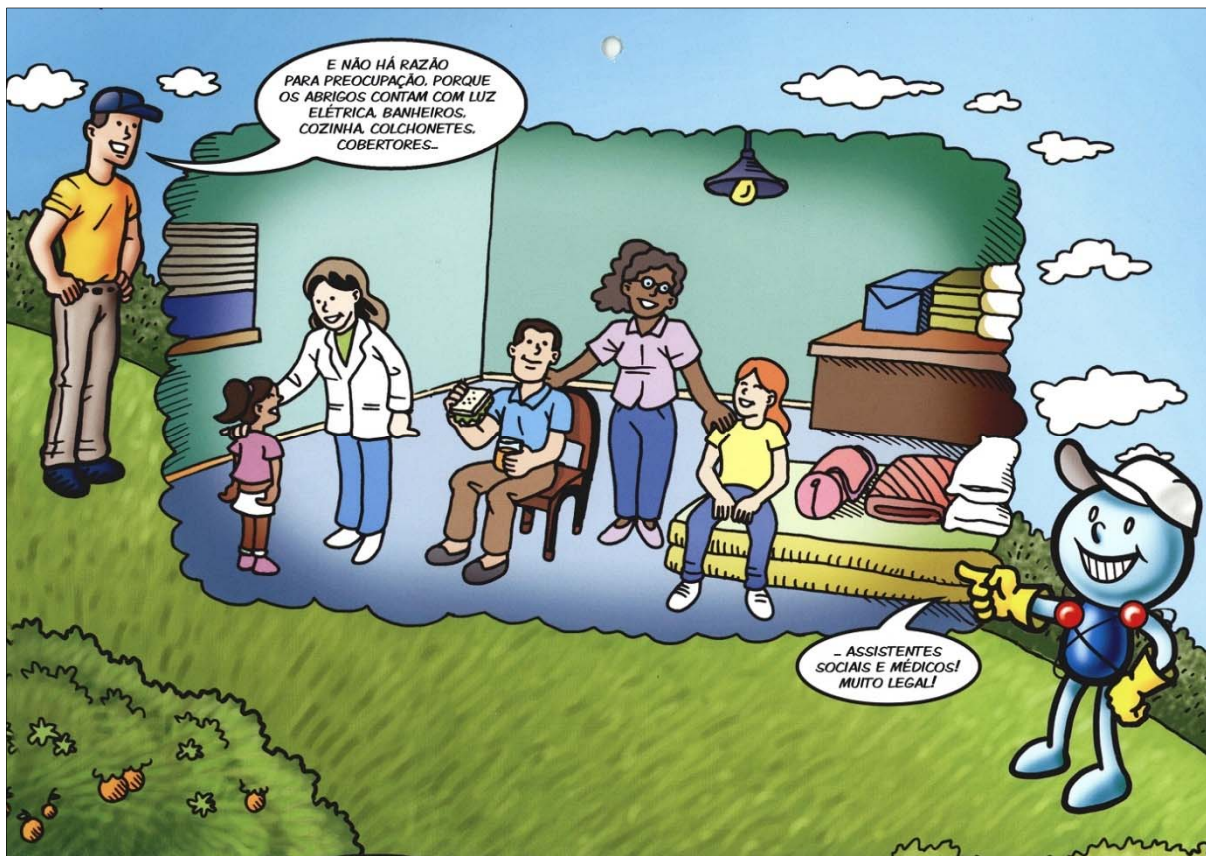
PODEMOS CONHECER MELHOR O PLANO DE EMERGÊNCIA?

É CLARO!

PARA SABER MAIS SOBRE O PLANO DE EMERGÊNCIA, VEJA O FINAL DO CALENDÁRIO!







**TELEFONES ÚTEIS:**

**CORPO DE BOMBEIROS DE ANGRA DOS REIS**  
TEL. 24 3377-8927 • 24 3377-8938

**DESTACAMENTO DE BOMBEIROS DO FRADE**  
TEL. 24 3369-2293

**DESTACAMENTO DE BOMBEIROS DE MAMBUCABA**  
TEL. 24 3362-3193

**DEFESA CIVIL MUNICIPAL - ANGRA DOS REIS**  
TEL. 24 3365-4588 • 24 3377-7480 • 24 3377-7991

**DEFESA CIVIL MUNICIPAL - PARATY**  
TEL. 24 3371-1168

**DISTRITO REGIONAL DA CNEN PARQUE DAS PALMEIRAS - ANGRA DOS REIS**  
TEL. 24 3365-1180 • FAX. 24 3365-3524

**CENTRO DE INFORMAÇÕES DA CENTRAL NUCLEAR PRAIA DE ITAORNA ANGRA DOS REIS**  
TEL. 24 3362-1060 • 24 3362-9715